

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

**STUDIUM SORPCE KAPALIN
TERMOPLASTICKY POJENÝMI TEXTILIEMI**

Bakalářská práce

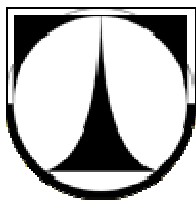
Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3106R004 – Netkané textilie

Autor práce: **Nikola Jarešová**

Vedoucí práce: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.

Liberec 2014



TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC

Faculty of Textile Engineering

THERMAL BONDING MATERIALS SORPTION OF LIQUIDS

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3106R004 – Netkané textilie

Author: **Nikola Jarešová**

Supervisor: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.

Liberec 2014

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do její skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá sorpcí kapalin do termicky pojených textilií. Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část.

V teoretické části jsou popsány technologie výroby netkaných textilií se zaměřením na termické pojení. Dále je zde zmíněna teorie smáčení textilií.

Experimentální část popisuje výrobu textilií a jejich následné testování. Dále jsou prezentovány výsledky práce a jejich vyhodnocení. Vyrobené materiály se lišily zejména jemností použitých základních vláken, poměrem směsování, plošnou hmotností a tloušťkou. Pro testování vzorků byly použity tři různě viskózní kapaliny.

Klíčová slova: netkaná textilie, termické pojení, polyester, bikomponentní vlákna, smáčení, Young – Dupré rovnice

ANNOTATION

This bachelor's thesis deals with a sorption of liquids by thermally bonded textiles. The thesis is separated into theoretical and experimental parts.

The technology of nonwoven textiles focused on thermal bonding is described in the theoretical part. The wetting theory of textiles is also mentioned.

The experimental part describes the production of textiles and their testing. After that, the thesis results and their evaluation are presented. The main differences between the produced materials were in the fineness of the basic fibers, the mixing ratio, the mass per unit area and the thickness. Three different viscous liquids were used for testing of samples.

Keywords: nonwoven textile, thermal bonding, polyester, bicomponent fibers, wetting, Young – Dupré equation

Poděkování

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi během zpracování této práce pomáhali a podpořili mě. Nejdříve děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. Děkuji za jeho ochotu a za to, že mi věnoval svůj čas. Dále děkuji zaměstnancům Katedry netkaných textilií a nanovláknenných materiálů.

Důležitá pro mě byla i psychická podpora a proto stejně velké díky patří mému příteli a všem mým blízkým.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1.1 Technologie výroby.....	10
1.1.1 Netkaná textilie.....	10
1.1.2 Rozdělení netkaných textilií podle technologie výroby	11
1.1.3 Rozdělení netkaných textilií podle použití	11
1.1.4 Příprava vláknenné pavučiny	12
1.1.5 Technologie vpichování.....	14
1.1.6 Termické způsoby zpevňování vláknenných vrstev	16
1.1.7 Pojení kalandrem.....	18
1.2 Vláknenný materiál	21
1.2.1 Syntetická vlákna.....	21
1.2.2 Polyesterová vlákna	21
1.2.3 Bikomponentní pojivá vlákna	23
1.3 Teorie smáčení	26
1.3.1 Smáčení.....	26
1.3.2 Povrchové napětí	26
1.3.3 Young – Dupré rovnice.....	27
1.3.4 Kontaktní úhel	28
1.3.5 Měření smáčení a kapalinové absorpce	28
1.4 Viskozita	29
1.4.1 Měření viskozity.....	31
1.5 Možnost využití vyrobené textilie	32
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	33
2.1 Parametry použitého materiálu a vzorků	33
2.1.1 Vláknenný materiál	33

2.1.2	Jemnost a poměry vláken.....	33
2.1.3	Tloušťka vzorků	33
2.1.4	Plošná hmotnost vzorků.....	33
2.2	Postup výroby vzorků.....	34
2.2.1	Vážení a směsování vlákenného materiálu	34
2.2.2	Mykání	34
2.2.3	Předvpichování.....	35
2.2.4	Stříhání vzorků	35
2.2.5	Lisování.....	36
2.3	Měření.....	36
2.3.1	Pomůcky pro měření.....	36
2.3.2	Použité oleje	36
2.3.3	Postup měření.....	37
2.3.4	Zápis výsledků měření	38
2.4	Vyhodnocení	39
2.4.1	Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu.....	39
2.4.2	Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu a plošné hmotnosti.....	40
2.4.3	Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti.....	41
2.4.4	Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru.....	42
2.4.5	Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru	43
	ZÁVĚR.....	45
	LITERATURA.....	46
	PŘÍLOHY	48

ÚVOD

Netkané textilie jsou součástí našeho každodenního života. Obklopují nás v domácnostech, na veřejnosti, v automobilech a dokonce i v přírodě. Informace o tom, jak velká je produktivita těchto textilií, nalezneme v kapitole 1.1.1.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na netkané textilie pro technické využití. Na těchto textiliích byla zkoumána jejich smáčivost, a proto byly k experimentu vybrány oleje, které se používají pro technické účely. Práce je rozdělena na dvě části.

Teoretická část se zabývá pojmy týkající se tématu této práce, použitých technologií a materiálů. Kapitola 1.1 popisuje technologie výroby a zpevnění vlákenné vrstvy. Výběr technologie výroby a zpevnění vlákenné vrstvy je zásadní, protože tím předdefinujeme hlavní vlastnosti vyráběné textilie. V kapitole 1.2 následuje charakteristika základního a pojivého vlákenného materiálu vhodného pro termické pojení. Dále je v kapitole 1.3 představena teorie smáčení, povrchové napětí, Young-Dupré rovnice, úhel smáčení a metody měření kapalinové sorpce. Smáčení vlákenných útvarů je ovlivněno i viskozitou kapaliny, a proto je zde zařazena kapitola 1.4, která uvede pojem viskozita a metody jejího měření. Možnost využití takto vyrobené netkané textilie nalezneme v kapitole 1.5.

Druhou částí je část experimentální. Tato část začíná kapitolou 2.1, kde budou představeny parametry použitého materiálu a vzorků. Následuje postup výroby, který nalezneme v kapitole 2.2. Kapitola 2.3 uvede metodu měření smáčecích vlastností textilie. Na závěr v kapitole 2.4 budou vyhodnoceny výsledky experimentu.

Cílem této práce bylo najít vhodné parametry vzorku. Hledalo se vhodné materiálové složení, tloušťka a plošná hmotnost. Jinak řečeno, hledal se vzorek, který bude smáčet nejrychleji a bude sorbovat nejvíce kapaliny.

1 TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části bude popsána technologie výroby netkaných textilií se zaměřením na mechanickou technologii výroby vlákenné vrstvy – mykání, na mechanickou technologii zpevňování vlákenné vrstvy – vpichování a na termické technologie zpevňování vlákenné vrstvy, zvláště kalandrování. Dále bude představen použitý vlákenný materiál. Část této práce se bude zabírat teorií smáčení a dalšími, s tímto tématem související, pojmy. Následuje kapitola o viskozitě. Závěrem budou představeny možnosti využití testované netkané textilie.

1.1 Technologie výroby

Tato kapitola bude obsahovat vysvětlení pojmu netkaná textilie a bude uvedeno její základní rozdělení. Poté bude popsána mechanická technologie přípravy vlákenné vrstvy a její následné mechanické a termické pojení.

1.1.1 Netkaná textilie

Existuje několik definic pro tento pojem. Jedna z nejpoužívanějších zní, že netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením a/nebo kohezí a/nebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním.

Takto vzniklé textilie je možno i povrstvovat a vzájemně vrstvit, čímž získáme buď vrstvené textilie, tj. textilie vzniklé vrstvením alespoň jedné vlákenné vrstvy s jiným plošným textilním či netextilním útvarem. Vrstvy mohou být navzájem mechanicky vázány nebo spojeny adhezivou. Nebo jednovrstvé textilie, popsané viz kapitola 1.1.2 [1].

Produkce netkaných textilií v číslech

Výroba netkaných textilií v Evropě roku 2013 přesáhla hranici 2 milionů tun. Vzrostla o 1,9 % a přesněji dosáhla hodnoty 2 037 400 tun. Tyto údaje jsou srovnatelné s rokem 2012, kdy byl meziroční růst 1,5 % a produkce 1 998 900 tun. Průměrné tempo růstu od roku 2009 bylo téměř 5,2 %.

V roce 2013 zaznamenaly nejvyšší růst procesy Wetlaid a to 5,7 %. Nicméně vazebné technologie Drylaid (tepelné, chemické, vpichování) vzrostly o 3 %.

Hlavní využití netkaných textilií zůstává na trhu s hygienou, a to s podílem 32 % ve výši 645 700 tun, vzrůst o 1,9 %. Nejvýznamnější růstové oblasti pro netkané textilie v roce 2013 byly lékařství (14,0 %) a všechny druhy filtračních aplikací (11,5 %). Následovala je oblast se všemi druhy ubrousků (dohromady 7,4 %), kde byl zaznamenán zvláštní vývoj ubrousků pro osobní péči (+12,4 %).

Naopak, velké poklesy byly zaznamenány u podšivek, potahových substrátů a na trhu s umělou kůží. Navíc několik důležitých trvanlivých odvětví z hlediska objemu prodeje, jako například stavebnictví a zemědělství, projevily omezený (a někdy i negativní) růst. Prodej v oblasti automobilového interiéru se nadále zvyšuje: 4,1 % [2].

1.1.2 Rozdělení netkaných textilií podle technologie výroby

Výroba vlákenné vrstvy

- Mokrý cesta
- Suchá cesta:
 - Mechanicky (vlákna orientována podélně, příčně, kolmo)
 - Aerodynamicky (vlákna orientována nahodile)
 - Přímou z polymeru (spunbond, meltblown, elektrostatické zvlákňování)

Zpevnění vlákenné vrstvy

- Mechanicky:
 - vpichování, spunlace, proplétání
- Chemicky:
 - impregnací, pěnou, postřikem
- Termicky:
 - teplovzdušně, kalandrem [1]

1.1.3 Rozdělení netkaných textilií podle použití

Netkané textilie lze použít jako různé aplikace v mnoha oborech. Můžeme je využít například jako obalové textilie, geotextilie, bytové textilie, čisticí textilie, vzduchové a kapalinové filtry, různé vložkové materiály, zdravotnické textilie, obuvnické textilie, elektro a brusné materiály, textilie v automobilovém průmyslu, agrotexilie nebo oděvní textilie [1].

Mezi obory, které by se neobešly bez uvedených aplikací, patří stavebnictví, zdravotnictví, sektor hygieny, automobilový průmysl, průmysl pro výrobu vzduchové a kapalinové filtrace, zemědělství a také oblast pro výrobu součástí interiéru domů [3].

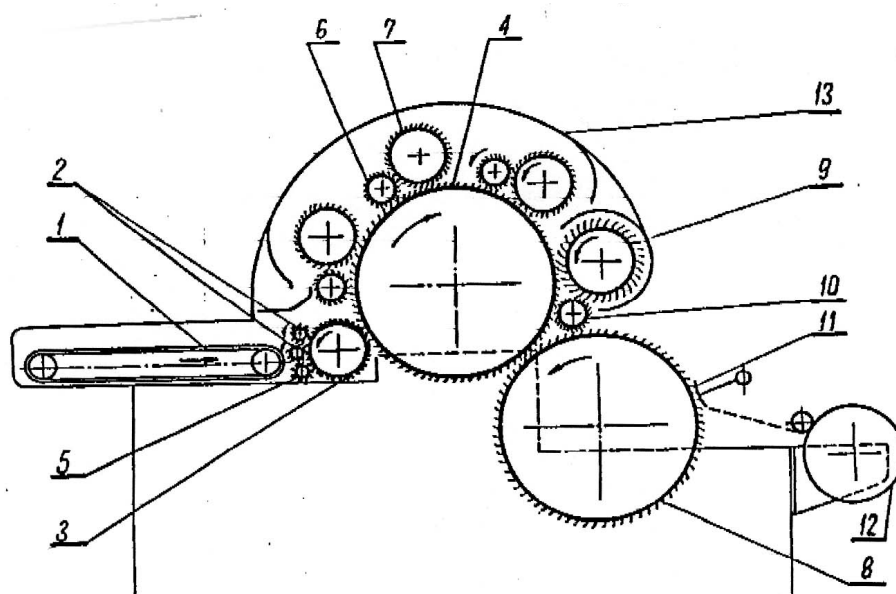
1.1.4 Příprava vláknenné pavučiny

Zde bude popsán mechanický způsob přípravy vláknenných vrstev. Mechanické způsoby spočívají ve vytvoření vláknenné pavučiny a v jejím vrstvení.

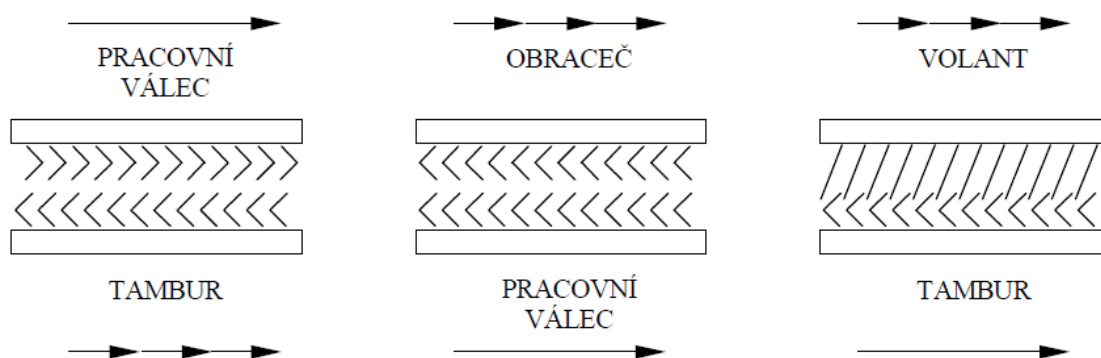
K přípravě vláknenné pavučiny se využívá mykacích strojů, případně mykacích zařízení vyvinutých speciálně pro výrobu netkaných textilií.

Běžně jsou využívány klasické mykací stroje víčkové (bavlnářské) a válcové (vlnářské). Častěji se používají vlnářské stroje pro svou větší šíři a vyšší výkon. Schéma válcového mykacího stroje je zobrazeno na obrázku 1.

Základem vlnářského mykacího stroje je soustava válců opatřených drátkovými nebo pilkovými pracovními povlaky. Drátky, resp. hroty pilkových povlaků jsou na válcích ve vzájemném postavení na mykání (tambur – pracovní válec), na snímání (obraceč – pracovní válec) nebo povytažení (volant – tambur) viz obrázek 2 [1].



Obr.1 Schéma válcového mykacího stroje: 1 – podávací pás, 2 – podávací ústrojí, 3 – přenosový válec, 4 – tambur, 5 – kryt mykacího stroje, 6 – obraceč, 7 – pracovní válec, 8 – snímací válec, 9 – volant, 10 – volantový snímač, 11 – sčesávací pilka, 12 – navíjecí válec, 13 – kryt mykacího stroje [4].



Obr.2 Vzájemné postavení pracovních potahů mykacího stroje včetně vyznačení rychlostí [1].

Drátkové pracovní povlaky se vzájemně liší typem a tloušťkou drátků, jejich tvarem a počtem drátků na jednotku plochy potahu. Pilkové povlaky se používají ve stále větší míře pro svou vyšší životnost.

Účinek mykacího zařízení je tím vyšší, čím je větší počet pracovních drátů či hrotů na plochu, čím větší je rozdíl obvodových rychlostí tamburu a pracovních válců a čím je těsnější sesazení pracovních povrchů. Účinek závisí i na typu a povrchové úpravě vláken, tvaru pracovních hrotů a řadě dalších okolností. Zařízení se většinou osazují a seřizují tak, že účinek ve směru zpracovávání vzrůstá, to znamená, že mezery mezi povrchy jsou čím dále menší a pracovní hroty jemnější a hustší.

Jemnost mykacích povlaků souvisí zejména s jemností zpracovávaných vláken. Zpracování jemných vláken hrubšími povlaky vede k tvorbě nopků v pavučině. Naopak hrubá vlákna působí rychlejší poškození jemných povlaků.

Podstatou funkce klasického válcového mykacího stroje je postupné ojednocování vláken a jejich uspořádání převážně ve směru vystupující pavučiny. Takové uspořádání vláken se nazývá anizotropické. Jeho důsledkem jsou rozdílné vlastnosti pavučiny i vlákenné vrstvy vzniklé jejím vrstvením v různých směrech [1].

Současné mykací stroje standardně pracují v šířích od 1500 mm do 3500 mm. Rychlost mykání se pohybuje kolem $20 - 55 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Hlavní tambury dosahují průměrů 850 – 1500 mm [5].

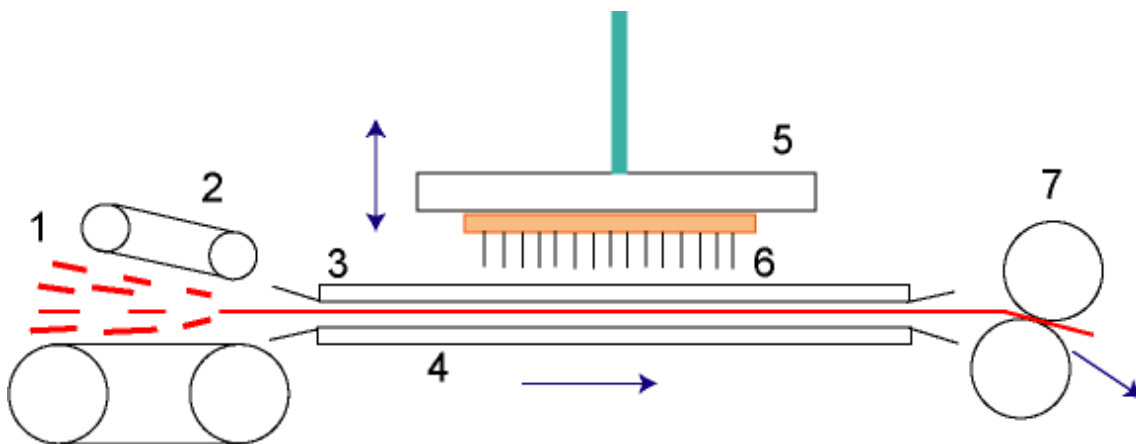
1.1.5 Technologie vpichování

Zde bude popsán jeden z nejdůležitějších mechanických způsobů zpevňování vlákenné vrstvy.

Vpichování je jedním z nejstarších a dosud nejrozšířenějších způsobů zpevňování vlákenných vrstev. Byl vyvinut v minulém století jako náhrada plstění.

Podstatou vpichování je provazování vlákenné vrstvy svazky vláken vzniklými přeorientací části vláken účinkem průniku jehel s ostny. V průběhu vpichování dochází také k podstatné redukci tloušťky vlákenné vrstvy, k výrazné přeorientaci všech vláken a ke změnám délky i šířky útvaru.

Princip vpichování je zobrazen na obrázku 3. Vlákenná vrstva je přiváděná vstupním zařízením mezi dva perforované rošty. Otvory v roštech pronikají periodicky vpichovací jehly umístěné v jehelné desce. Ostny jehel zachytávají skupiny vláken, přeorientovávají je kolmo k desce a protahují je vrstvou. Vrstva je posunována odtahovými válci po spodním roštu, tzv. opěrném. Při zpětném pohybu soustav jehel zabezpečí vrchní, tzv. stěrací rošt vysunutí jehel z vlákenné vrstvy [1].



Obr. 3 Schéma vpichovacího stroje: 1 – vlákenná vrstva, 2 – vstupní ústrojí, 3 – stěrací rošt, 4 – opěrný rošt, 5 – jehelná deska, 6 – vpichovací jehla, 7 – odtahové zařízení [6].

Míra zpevnění vlákenné vrstvy souvisí mimo jiné s počtem vpichů na jednotku plochy vrstvy. Produkce stroje je tedy funkcí počtu jehel v jehelné desce a dosažitelné frekvence jehelné soustavy.

Přiváděcí zařízení se sestává buď ze dvojice válců, dvojice šikmých pásů nebo vibrujícího roštu.

Pracovní část jehly má obvykle průřez rovnostranného trojúhelníku. Na jedné, dvou, obvykle však na všech hranách jsou vpichovací ostny.

Základními parametry procesu vpichování jsou:

a) Počet vpichů na jednotku plochy textilie

$$V_p = \frac{a f p}{v} \quad (1)$$

kde V_p je počet vpichů (m^{-2}), a je celkový počet jehel na 1 m vpichovací desky (ve všech řadách dohromady), f je frekvence desky (s^{-1}), p počet průchodů textilie strojem, v rychlost odvádění textilie (m.s^{-1}).

b) Hloubka vpichu

Je to vzdálenost špiček jehel od pracovní plochy opěrného roštu v dolní úvratí pohybu jehel. Udává se v milimetrech. Hloubka vpichu se pohybuje v rozmezí 5 – 25 mm.

c) Typ a způsob rozmístění vpichovacích jehel

d) Tahové vlastnosti, délka, jemnost a povrchové vlastnosti vláken, související s typem a koncentrací preparace

Soudržnost vpichovaných textilií spočívá na tření mezi vlákny. Při deformaci textilie se vlákna přeorientovávají ve směru působící síly. Přitom se zvětšují jejich vzájemné třecí plochy a současně síla, kterou jsou k sobě přitlačovány. Vyplyvá z toho typická tahová křivka vpichovaných textilií vyznačující se nízkým počátečním modulem a poměrně vysokou trvalou deformací.

Technologií vpichování se vyrábí široký sortiment výrobků, jako jsou geotextilie, papírenské odvodňovací plstěnce, podklady pro výrobu syntetických usní, filtry, dekorační materiály, oděvní a obuvnické vložkové materiály, podlahové krytiny a podobně. Typické plošné hmotnosti vpichovaných textilií se pohybují v rozsahu 100 – 2000 g.m^{-2} [1].

Technologie vpichování má v dnešní době široký výběr parametrů. Například vpichovací šíře se pohybují od 2000 mm do 10000 mm. Frekvence vpichovací desky může dosahovat až 1200 úderů za minutu. Na délku jednoho metru lze mít 4000 – 7000 jehel. Mnoho dalších možností ve výběru parametrů nalezneme i pro vpichovací jehly a desky [7].

1.1.6 Termické způsoby zpevňování vlákných vrstev

V této kapitole bude popsán způsob zpevňování vlákných vrstev pojivy ve formě pevných polymerů nebo kopolymerů.

Podstatou procesu je:

- Nanesení pojiva na pavučinu nebo vláknou vrstvu (prášek, pasta) nebo vrstvení vlákné vrstvy s plošným pojivým útvarem (mřížka, folie), případně příprava vlákné vrstvy ze směsi základních a pojivých vláken (níže tající nebo bikomponentní vlákna)
- Tavení pojiva zvýšením teploty vrstvy
- Formování pojivých míst
- Zpevnění pojiva ochlazením

Jak vyplývá z výše uvedeného, využívá se pojivých polymerů v různé formě:

- Prášky s rozměrem zrn obvykle mezi 0,1 – 0,5 mm se připravují nejčastěji mechanickým drcením granulátu ve speciálních mlýnech při teplotě pod T_g .
- Vlákna a bikomponentní pojivá vlákna se připravují zvláknováním.
- Folie se připravují kalandrováním nebo vytlačováním taveniny tryskami tvaru mezikruží.
- Mřížky se vyrábějí buď zvláknováním speciálními zvláknovacími tryskami, nebo prořezáváním fólií a jejich následným roztahováním do šířky.

Z chemického hlediska se využívají pojiva typu:

- Nízetajících homopolymerů (polypropylen, polyamid)
- Kopolymerů (kopolyestery s teplotami tání 110 – 260°C, kopolyamidy s teplotami tání 110 – 200°C, polyvinylacetát, polyvinylchlorid, etylen - vinylacetát apod.).

Volba typu polymeru resp. kopolymeru se řídí požadavky na tepelnou a chemickou odolnost výrobků a na míru zpevnění, která je dána zejména adhezí pojiva k základním vláknům.

Obecně platí, že adheze mezi různými polymery je tím vyšší, čím jsou si tyto polymery chemicky podobnější. Pro pojení polyesterových vláken jsou proto výhodnější kopolyestery. Kopolyamidy mají dobrou adhezi k většině základních vláken díky přítomnosti polárních skupin. Pro zpevnění výrobků, které nejsou určeny

k chemickému čištění či praní (stavební a průmyslová izolace apod.) se obvykle volí levnější polypropylen.

Nejčastěji používanou formou pojiva jsou nížetající monokomponentní nebo bikomponentní vlákna. Tato vlákna, zejména v technologii teplovzdušného pojení, musí mít některé specifické vlastnosti:

- a) Vhodnou teplotu tání vzhledem k tepelné odolnosti základních vláken a k požadavkům na tepelnou odolnost výrobků
- b) Odolnost vůči tepelné a tepelně – oxidační degradaci při teplotě pojení
- c) Nízkou sráživost za tepla. Vysoká sráživost vede k zužování výrobku a k vzniku nerovnoměrností
- d) Nízkou viskozitu taveniny. Zajišťuje se volbou polymeru s nižší molekulovou hmotností a vyšším indexem toku. Vysoká viskozita brání přeformování taveniny do pojících míst
- e) Dobrou adhezi k základním vláknům
- f) Nízký obsah a vhodný typ povrchové preparace. Preparace obecně snižuje adhezi a jejím odpařováním se znečišťuje ovzduší

Tyto požadavky platí přiměřeně i pro základní vlákna; zejména co se týče tepelné odolnosti, sráživosti a obsahu preparace a olejů. Míra znečištění povrchu může být omezujícím faktorem zpracovatelnosti zejména sekundárních vlákenných surovin [1].

Způsoby nanášení pojiv na vlákenné vrstvy – pojivá vlákna

Pojivá vlákna se mísí se základními vlákny v mísících komorách, mykacích čechradlech, mykacích strojích a podobně. Přitom je nutno dosáhnout vysokého stupně ojednocení základních a pojivých vláken a jejich vzájemného promísení, podobně jako je tomu při zpracování směsí vláken v mykaných přádelnách (viz přádelnictví). V opačném případě, kdyby ve vlákenné vrstvě byly přítomny celé svazky vláken, by došlo k nižšímu stupni využití pojiva a zpevnění textilie a ke zhoršení omaku výrobku. Tato operace je poměrně nákladná a spolu s cenou pojiv představuje stinnou stránku pojení termoplasty. Dostatečného ojednocení a promísení surovin se obvykle dosahuje dvojicí mykacích strojů, mezi nimiž je materiál transportován příčným kladečem.

Výhody a nevýhody pojení termoplasty

Mezi výhody pojení termoplasty ve srovnání spojením disperzemi pojiv se uvádí zejména:

- Hygienická nezávadnost výrobků
- Ekologicky nižší závadnost výroby (nepoužívají se síťovací prostředky, není skladování chemikálií)
- Jednodušší strojní zařízení
- Vyšší rychlost ohřevu (rychlost výroby, produkce a produktivita zařízení)
- Nižší spotřeba energie

Nevýhodami jsou:

- Ušlechtlejší a dražší forma pojiv
- Vyšší náročnost mísení vláken s pojivem
- Nižší plocha styku vlákno – pojivo, větší problémy se stabilitou výrobku v průběhu údržby
- Snížení produkce výrobního zařízení – rounotvorným zařízením prochází i pojivo ve formě vláken [1]

Některé z dalších hlavních výhod termického pojení: Výrobky mohou být relativně měkké a mohou připomínat textilii – záleží na složení směsi a na místě spoje. Lze rovnoměrně pojít vysoko objemné výrobky skrz celou jejich tloušťku. Může být dosaženo 100% využití vláknenných komponentů [8].

1.1.7 Pojení kalandrem

Při zpevňování kalandrem prochází vláknenná vrstva s pojivem štěrbinou mezi dvojicí válců, z nichž jeden nebo oba jsou vyhřívané. Mezi válci dojde ke stlačení vrstvy a k jejímu ohřátí na takovou teplotu, kdy pojivo taje, případně je ve viskoelastickém stavu, to znamená deformovatelné působením vnější síly. Vlivem tlaku je pojivo formováno do tvaru pojících míst. Následným ochlazením dojde ke zpevnění pojiva a vláknenné vrstvy.

Kalandry pro výrobu netkaných textilií jsou nejčastěji dvouválcové, s ocelovými válci o průměru 150 – 300 mm. Válce jsou vyrobeny z tlustostěnných trubek z vysoce

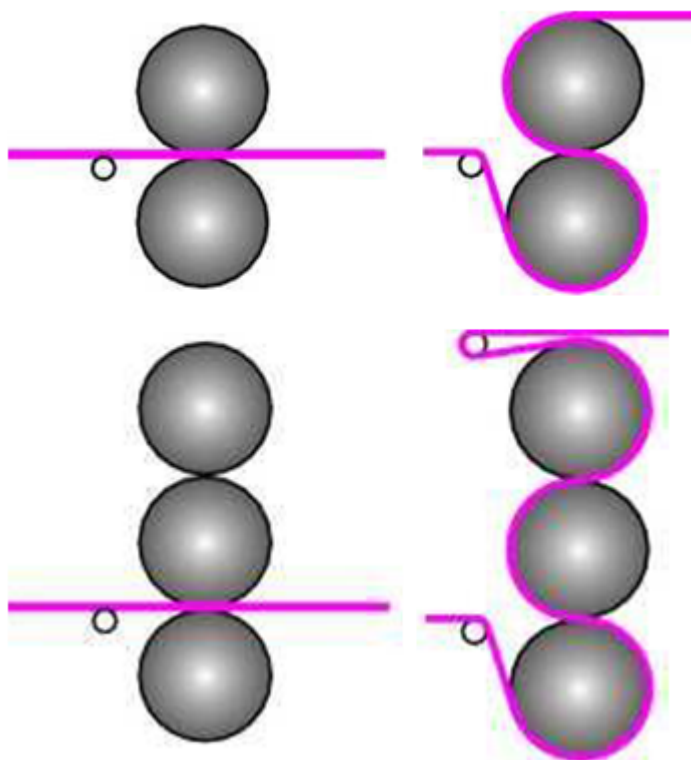
homogenní oceli a zajišťují tím rovnoměrný rozvod tepla po celém svém povrchu a odolnost proti průhybu vlivem vloženého zatížení.

Válce kalandru jsou vytápěny obvykle olejem, přehřátou vodou nebo jiným kapalným médiem uzavřeným či cirkulujícím uvnitř válce a ohříváným elektricky, parou, plynem nebo jiným způsobem.

Pojiva jsou nejčastěji ve formě prášku naneseného na vrstvu nebo pojivých vláken přimíchaných k základním vláknům. Případně to mohou být fólie nebo mřížky vložené mezi dvě vrstvy základních vláken.

Výrobní rychlost kalandrů je omezena malou plochou styku vlákenné vrstvy s válci a tloušťkou vlákenné vrstvy. Obvykle jsou pojeny vrstvy o plošné hmotnosti $10 - 100 \text{ g.m}^{-2}$. Pro pojení těžších vrstev je nutno použít kalandrů s předehřívacím infračerveným nebo horkovzdušným zařízením, případně víceválnových kalandrů. Taková zařízení umožňují pojení vrstev o plošné hmotnosti $1,5 - 3,0 \text{ kg.m}^{-2}$.

Válce mohou být hladké nebo rastrované. Hladkými válci se vlákenná vrstva propojí v celé ploše, zatímco rastrovanými v pojících místech volitelných tvarů a rozměrů [1].

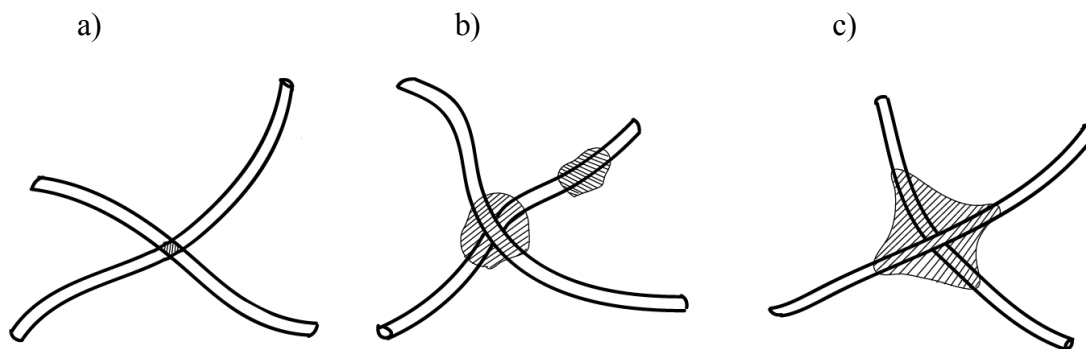


Obr.4 Příklady vedení textilie [9].

Základními parametry procesu pojení kalandrem jsou:

- Typ a koncentrace pojiva
- Teplota
- Tlak
- Rychlost postupu vlákenné vrstvy
- Plošná hmotnost vlákenné vrstvy

V závislosti na uvedených veličinách dochází k roztékání pojiva a tvorbě spojů mezi základními vlákny. Vzniká obecně aglomerační struktura (obrázek 5) s různým stupněm spojitosti částic pojiva.



Obr.5 Pojení termoplastickými vlákny – aglomerační struktura

a) bikomponentními vlákny b) monokomponentními vlákny, c) pojení za tlaku

Výrobky se vyznačují nízkou objemností a vysokou smykovou tuhostí a blíží se vlastnostmi papíru. Diskrétní rozmístění pojiva v ploše ve formě pojících míst ponechává naopak mezi pojíci místy plochu s volnými, neukotvenými a snadno pohyblivými úseky základních vláken. To vede k zvýšení splývavosti, ohebnosti, pevnosti v dalším trhání, prodyšnosti a ke zlepšení omaku při nepatrném snížení tahové pevnosti.

Typickými výrobky pojenými kalandrem jsou textilie pro nemocnice, hygienické zboží, filtry, čistící textilie, různé typy textilií vyrobené pod tryskou atd. [1].

Kalandry umožňují dosažení vysokých výrobních rychlostí až $1000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, teploty až $275 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a přítlaku více než $300 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. Povrchy jsou hladké, rastrované nebo embosované. Pracovní šíře může být až 6 m.

Z důvodu náročného udržení rovnoměrného tlaku v celé šíři, teplot bez kolísání (špičkově 1 °C) a zajištění rovnoměrného přitlaku, byly vyvinuty tyto druhy kalandrů: 1. bombírování jednoho z válců, 2. vyosení válců, 3. kompenzace pomocí kapalinové výplně.

Zájem o pojení pomocí kalandru zvýšil i možnosti ve výběru samotného zařízení. Každý výrobce nabízí několik druhů válců, jejich možné kombinace sestavení viz obrázek 4 a široký výběr typů povrchů pro konkrétní použití finálního výrobku [9].

1.2 Vláknenný materiál

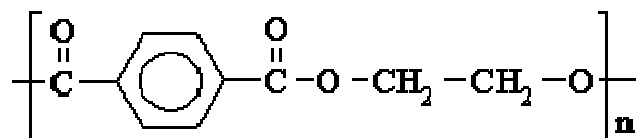
Tato kapitola se bude zabývat vláknenným materiálem vhodným pro termické pojení. V úvodu bude uvedeno složení a vlastnosti polyesterových vláken. Dále bude vysvětlen pojem bikomponentní vlákna. U těchto vláken budou detailněji představeny jejich příčné průřezy bok po boku a jádro – plášť, které jsou v termických technologiích nejvíce používány.

1.2.1 Syntetická vlákna

V produkci netkaných textilií zcela vedou syntetická vlákna. Představují více než 90 % z celkové produkce. Syntetická vlákna spadají do 3. tříd: vlákna vyrobeny z přírodních polymerů, ze syntetických polymerů a z anorganických polymerů. Světově používaná vlákna pro produkci netkaných textilií: polypropylen 63 %, polyester 23 %, viskózní hedvábí 8 %, akryl 2 %, polyamid 1,5 %, další speciální vlákna 3 % [8].

1.2.2 Polyesterová vlákna

Polyesterová vlákna představují nejpoužívanější typ syntetických nebo umělých vláken. Vlákna jsou velmi univerzální a jsou značně používána pro výrobu různých oděvů, textilií pro domácnost a průmyslové aplikace. Polyesterová vlákna, vyrobená zvlákněním z taveniny, jsou na bázi kondenzačních polymerů vytvořených z kyseliny tereftalové a dvojsytného alkoholu. Nejvíce používaný polymer polyetyltereftalát, vzorec na obrázku 6, je tvořen z kyseliny tereftalové a ethylenglykolu. Komerčně jsou také používány polyesterová vlákna na bázi kyseliny tereftalové a 1,4 – cyklohexandimethanolu a také 1,3 – dihydroxypropanu [10].



Obr. 6 Chemický vzorec polyetylentereftalátu [11].

Kopolymerizace s různými variantami buď ve složce dvojsytné kyseliny, nebo složce dvojsytného alkoholu, nebo s p – hydroxybenzoovou kyselinou se značně používají k výrobě vláken se speciálními kombinacemi fyzikálních vlastností. Mezimolekulární třecí síly v polyesterových vláknech jsou poměrně slabé a dobré vláknotvorné vlastnosti vznikají především z důvodu tuhosti vlastních řetězců vyplývajících z částečně aromatické struktury. Zcela alifatické polyester, tvořené z kyseliny adipové a ethylen glykolu, mají nízký bod tání (pod 100°C) a nemají adekvátní mechanické vlastnosti. Na druhé straně polyesterová vlákna, kde je složka dvojsytného alkoholu alespoň částečně aromatická, jsou v popředí zájmu z pohledu jejich vysoké pevnosti a tuhosti. Takové aromatické polyesterové polymery jsou schopné tvořit kapalně krystalické domény a vlastnosti příslušného vlákna se odrážejí ve velmi řízené a orientované struktuře.

Polyesterová vlákna mohou být vysoce tažné, a proto se používají pro výrobu plně orientované a vysoce krystalické struktury. Vzniku vláken s různou kombinací fyzikálních vlastností je dosaženo tím, že stupeň orientace kolísá v širokém rozmezí. Typické důležité hodnoty vlastností vláken jsou ukázány v tabulce 1. Vlastnost nízké sorpce vlhkosti polyesterových vláken se odráží v nedostatku sorpčních míst a pevné struktuře polymeru s omezenou pohyblivostí řetězce a přístupností. Přesto jsou polyesterová vlákna používána v mnoha aplikacích kapalinové savosti. Je to proto, že je možné vyrobit maloprůměrová (jemná) vlákna anebo také vlákna s nepravidelným nebo nekruhovým tvarem příčného průřezu. Oba tyto průřezy vláken přispívají k tvorbě účinných mezivláknenných kapilár ve vláknenné síti, které tvoří vysokou savost kapalin [10].

	65% RH	Za vlhka
Pevnost při přetržení (gpd)	3,5 – 7	3,5 – 7
Prodloužení při přetržení (%)	15 – 40	15 – 40
Modul pružnosti (gpd)	85 – 90	85 – 90
Měrná hmotnost (kg.m ⁻³) 1380		

Tab.1 Hodnoty vlastností polyesterových vláken [10].

Mezi hlavní vlastnosti polyesterových vláken patří dobrá schopnost zotavení, vysoká pružnost a objemnost, dobrá odolnost vůči chemikáliím včetně dlouhodobého účinku, s výjimkou silných kyselin a zásad. Nevýhodou je náročnější barvení a žmolkování. Teplota tání je 256 °C, tepelná odolnost výrobku je 180 – 200 °C [1].

1.2.3 Bikomponentní pojivá vlákna

Bikomponentní (bico) vlákna a filamenty se skládají z nejméně dvou rozdílných polymerních složek. Jedním z nejstarších komerčně používaných vláken bylo vlákno typu bok po boku zvané Cantreze vyvinuté firmou DuPont v polovině šedesátých let. Následovalo ho vlákno Monvel od firmy Monsanto. Bylo to samoobloučkovací bikomponentní vlákno používané v punčochovém průmyslu během sedmdesátých let. Ani jedno z těchto vláken nebylo komerčně úspěšné kvůli složitým a nákladným výrobním procesům. Později roku 1986 bylo vyvinuto komerčně úspěšné bikomponentní spřádací zařízení od firmy Neumag, výrobce strojů pro syntetická vlákna. Použití bikomponentních vláken se dramaticky zrychlilo na počátku devadesátých let. Důvodem byla částečně nouze o stejnoměrné pojení celé tloušťky netkaných textilií, které při své velké plošné hmotnosti nebylo možné pojít chemicky. V poslední době je trh pro bikomponentní vlákna výrazně rozvíjen Japonskem a Koreou. Celosvětově je jejich podíl na výrobě bikomponentních vláken odhadován přibližně kolem 91 milionů kilogramů ročně. Nejčastější kombinace polymerů v bikomponentních pojivých vláknech jsou: PES jádro (T_m 250 až 256°C) a coPES obal (T_m 110 až 220 °C); PES jádro (T_m 250 až 256 °C) a PE obal (T_m 130°C); PP jádro (T_m 175°C) a PE obal (T_m 130°C).

Bikomponentní vlákna jsou důležitá pro procesy výroby pavučin, které jsou následně termicky pojeny [8].

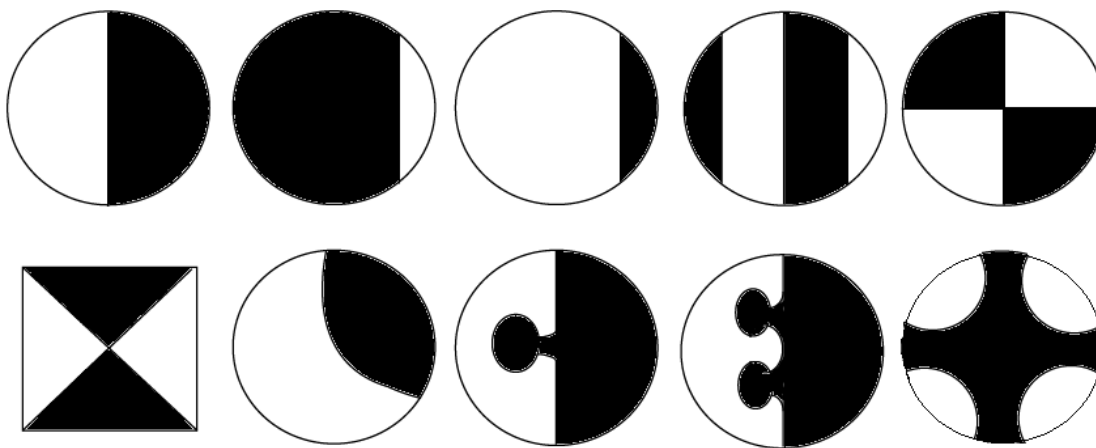
Klasifikace bikomponentních vláken

Bikomponentní vlákna jsou obvykle klasifikována podle průřezu jako bok po boku, jádro-plášť, ostrovy v moři nebo segmentový koláč. Z nichž uspořádání typu bok po boku a jádro-plášť jsou relevantní pro termické pojení [8].

Bok po boku

Dvě složky jsou uspořádány bok po boku a jsou rozděleny dle jejich dílů na dvě nebo více oblastí (obrázek 7). Složky musí mít dobrou přilnavost, jinak budou vyráběna dvě vlákna rozdílného složení. Existuje několik způsobů výroby bikomponentních vláken typu bok po boku.

Geometrické uspořádání bikomponentních vláken typu bok po boku, zejména asymetrické, umožňuje dosáhnout dodatečného trojrozměrného obloučkování během termického pojení díky rozdílu termického srážení dvou složek. Toto skryté obloučkování vede ke zvýšení objemové stálosti a na dotek měkčí textilií. Vlastnosti obloučkování jsou stanoveny podle faktorů, jako jsou vlastnosti polymeru, hmotnostní poměr dvou polymerů a struktura pavučiny, která může být různá podle způsobu její tvorby. Použitím rozdílně termicky sráživých vláken může nastat zvýšení úrovně obloučkování z 15 % na 30 % a zvýšení počtu obloučků na cm z 6,5 na více než 22 [8].



Obr.7 Příčné průřezy bikomponentních vláken typu bok po boku [12].

Jádro-plášť

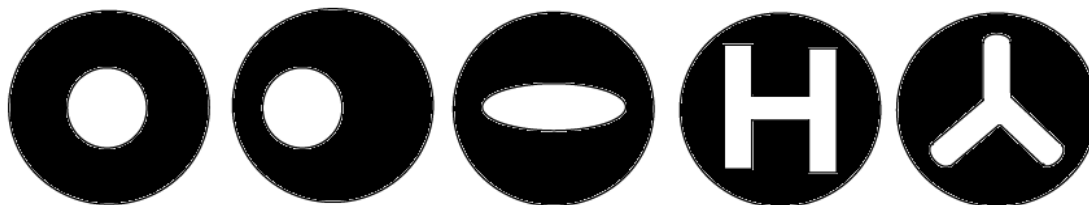
U bikomponentních vláken jádro-plášť je jedna ze složek (jádro) zcela obklopena další složkou (plášť). Uspořádání jádra je buď excentrické, nebo koncentrické, záleží na vlastnostech požadované textilie. Jestli je požadována vysoká pevnost textilie, je vybrána koncentrická forma vlákna. Zatímco když je požadován objem, je použita forma excentrická. Přílnavost není vždy nezbytná pro celistvost vlákna. Velmi členité rozhraní mezi obalem a jádrem může poskytovat mechanické sevření, které je žádoucí při absenci dobré přílnavosti (obrázek 8). Jedna z výhod vláken jádro-plášť je schopnost vytvořit povrch s požadovaným leskem, barvitelností a zpracovatelskými vlastnostmi - mají jádro, u kterého převládají tahové vlastnosti. Struktura jádro-plášť také poskytuje minimalizaci finančních nákladů díky technologii a vzájemnému poměru dvou polymerních složek. Komerčně je typický poměr polymerních komponent 50 : 50 nebo 30 : 70, ale v některých případech se používá i poměr 10 : 90.

První průmyslové využití bikomponentních vláken se týkalo použití vláken coPET/PET nebo PE/PP pro hygienické aplikace jakožto vícevrstvé vaty, čistící textilie, zdravotnické tampony a filtry. Rozdíl v teplotě tání jádra-plášť PE/PP je kolem 40 °C. U bikomponentů coPET/PET, obal taje při 100-110 °C, zatímco jádro taje při 250 – 256 °C. Bikomponentní vlákna jsou obvykle používána ve směsovém poměru 10 – 50 %, záleží na aplikaci a procesních parametrech.

Bikomponentní vlákna coPET/PET mohou tvořit silné primární vazby sami mezi sebou, a proto jsou používány v rámci struktury se základními vláknami. Závisí na typu základních vláken. Je také možné upravit vlákna tak, že mezi bikomponentními a základními vlákny jsou tvořeny sekundární vazby. Příkladem jsou vlákna PE/PET vyráběná firmou Trevia. Výrazný rozdíl mezi teplotami tání obalu PE (125 – 135 °C) a jádrem PET (250 – 256 °C) přináší řadu výhod bikomponentních vláken PE/PET pro termické pojení netkaných textilií. Výhodou je například široká škála pojících teplot, které mohou být snášeny, dokud jádro není ovlivněno teplotní škálou. Ale i k tomu může nechtěně dojít během procesu pojení. Na rozdíl od dalších kombinací jádro-plášť, jádro zůstává stabilní při mechanickém namáhání dokonce při vysokých teplotách poté, co jádro roztaje, což usnadňuje výrobu vysoce kvalitních netkaných textilií.

Vhodným výběrem polymerního složení, poměru polymerů a geometrickým průřezem vláken, je možné konstruovat struktury bikomponentních vláken pro lepší

ekonomickou a funkční efektivnost. Zde jsou uvedeny někteří z hlavních výrobců bikomponentních vláken a technologií v průmyslu netkaných textilií: Fibrevisions (Dánsko), Fibre Innovation Technology (USA), Wellman International (Irsko), Chisso Corporation (Japonsko) a Hills Incorporated (USA) [8].



Obr.8 Příčné průřezy bikomponentních vláken typu jádro-plášť [12].

1.3 Teorie smáčení

V této kapitole bude popsáno smáčení vláknenných útvarů. K tomuto tématu se váže teorie kontaktního úhlu a Young-Dupré rovnice. Na smáčení vláknenných útvarů má vliv povrchové napětí, které zde bude také představeno. Dále budou uvedeny metody smáčení a kapalinové absorpce.

1.3.1 Smáčení

Smáčení vláknenných útvarů ovlivňuje mnoho výrobních procesů, jakož to i konečné využití použitých materiálů. Smáčení je složitý proces, komplikovaný dalšími faktory jako je např. struktura vláknenného útvaru (příze, tkané/netkané/pletené textilie).

Existuje zřejmý rozdíl mezi dvěma termíny, které jsou občas vzájemně zaměněny, smáčení a smáčivost. Smáčení pevného povrchu se rozumí stav, vyplývající z jeho styku se zadanou kapalinou za určitých podmínek. Smáčivost je potenciál povrchu umožňující vzájemné působení s kapalinou určitých vlastností. Smáčivost lze také popsat tak, že je to počáteční chování textilie, příze nebo vlákna ve chvíli, kdy přijdou do styku s kapalinou [13].

1.3.2 Povrchové napětí

Kapaliny, pohybující se ve vláknenném mediu, před transportem navlhčí povrchy vláken přes mezivláknenné póry, a to pomocí vztlínání. Zatímco vzájemné působení molekul v objemu kapaliny je rovno přitažlivé síle ve všech směrech, molekuly na

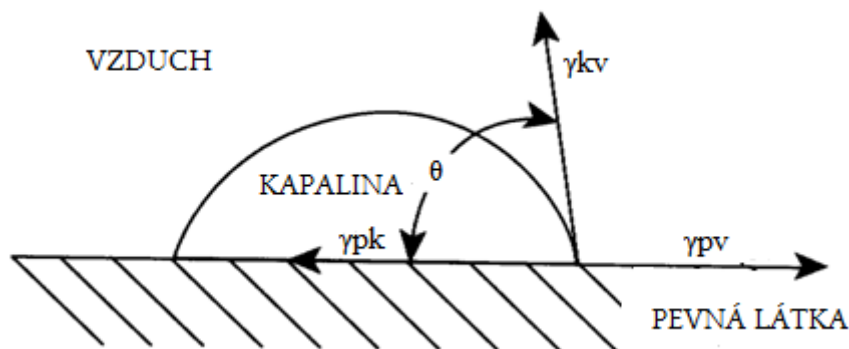
povrchu kapaliny jsou v nerovnováze sil. Z tohoto důvodu vzniká přítomnost volné energie na povrchu kapaliny. Přebytek energie je nazýván volná energie povrchu, která má tendenci udržovat minimální povrch kapaliny a omezuje prostup kapaliny do pevného povrchu. Pro kapaliny zcela smáčející pevné látky nebo pevné látky ponořené v kapalině platí, že jejich pevné povrchy musí mít dostatečnou povrchovou energii k překonání volné povrchové energie kapaliny. Volná energie povrchu může být stanovena měřením energie na jednotku plochy. To je obvykle nazýváno povrchovým napětím, které je stanoveno jako síla na délku s jednotkami mN.m^{-1} nebo dyn.cm^{-1} [13].

1.3.3 Young – Dupré rovnice

Síly se podílejí na rovnováze, existuje-li kapalina v kontaktu s pevným povrchem a vzduchem ve stejnou dobu a jsou-li dány podle následující (2) rovnice:

$$\gamma_{pv} - \gamma_{pk} = \gamma_{kv} \cos \theta \quad (2)$$

kde γ představuje mezifázové napětí, které existuje mezi různými kombinacemi pevné látky, kapaliny a vzduch. Indexy p , k a v nahrazují pojmy pevná látka (p), kapalina (k) a vzduch (v), a θ je rovnovážný stav s vyznačeným kontaktním úhlem (obrázek 9). Termín γ_{kv} označuje povrchové napětí kapaliny pro rozhraní kapalina – vzduch. Termín $\gamma_{kv} \cos \theta$ se nazývá adhezní napětí nebo specifická smáčivost. Rovnice (2) je platná pouze pro kapku spočívající v rovnováze na hladkém, homogenním, nepropustném a nedeformovaném povrchu. Rovnice je široce používána k vysvětlení jevů smáčení a smáčivosti. Kontaktní úhel θ je úhel mezi tečnou na rozhraní kapalina – vzduch a rozhraní pevná látka – kapalina [13].



Obr.9 Rovnovážný stav s vyznačeným kontaktním úhlem [14].

1.3.4 Kontaktní úhel

Kontaktní úhel slouží jako vhodný způsob pro vizualizaci a popis geometrie kontaktu pevná látka – kapalina. Záleží na třech povrchových napětích γ_{pv} , γ_{pk} a γ_{kv} . Jestliže je γ_{pv} větší než γ_{pk} , tak je $\cos \theta$ pozitivní a kontaktní úhel θ musí být mezi 0 a 90 °. Jestliže je γ_{pv} menší než γ_{pk} , kontaktní úhel musí být mezi 90 ° a 180 °. S rostoucí smáčivostí se kontaktní úhel snižuje a $\cos \theta$ se zvyšuje. Úplné smáčení znamená nulový kontaktní úhel, ale rovnítka mezi $\theta=0^\circ$ může vést k nesprávnému závěru. Je lepší si představit, že když se kontaktní úhel blíží nule, smáčivost má maximální limit. Velký kontaktní úhel pro styk voda a povrch znamená, že voda "bude po povrchu utíkat". Malý kontaktní úhel znamená, že voda bude materiál smáčet. Můžeme najít teorii, že podmínky rovnováhy neexistují, je-li kontaktní úhel nula a rovnice (2) tedy neplatí. Rozdíl mezi nulovým a nenulovým kontaktním úhlem je rozdíl mezi šířením a nešířením kapaliny skrz pevnou látku. Když kapalina přichází do kontaktu s pevnou látkou, dochází ke smáčení a dále lze pozorovat, zda se kapalina materiálem transportuje nebo ne [13].

Faktory ovlivňující smáčení a smáčivost vláken a vlákenných útvarů

Faktory, které mají vliv na chování smáčení vláken: typ vlákna, chemická čistota, orientace molekul, znečištění povrchu, úprava povrchu, tvar příčného řezu, drsnost povrchu, předsmáčení, žíhání, argonový doutnavý výboj a korónové úpravy, přítomnost povrchově aktivních látek, alkalická hydrolyza, praní, bělení a mercerace.

Faktory, které mají vliv na chování smáčení textilie: velikost, tvar a směr vláken, směs vláken, struktura příze, konstrukční parametry textilie, pozice textilie ve vícevrstevném systému, odšlichtování, vyčištění, alkalická hydrolyza, enzymatické úpravy, plazmatické, UV a ozonové úpravy, vlastnosti kapaliny, povrchově aktivní látky, typ konečné úpravy, použití elektrolytů při disperzním barvení a praní bavlny [13].

1.3.5 Měření smáčení a kapalinové absorpce

Existují dva hlavní typy transportu kapalin netkanými textiliemi. Jedním je kapalinová absorpce, která je řízena kapilárním tlakem v porézním materiálu. Kapaliny je vedena textilií skrze negativní kapilární tlakový spád. Dalším typem je transport kapalin s nuceným průtokem, ve kterém je kapalina vedena skrz textilii externím

tlakovým spádem. Kapalinová absorpce se koná, když je jeden okraj textilie máčen v kapalině tak, že je kapalina absorbována především v ploše textilie. Toto je označováno jako vzlínání. Když kapalina prostoupí textilií z jednoho líce na druhý líc textilie, je to označováno jako savost nebo spontánní absorpce.

Na textiliích se měří smáčivost a kontaktní úhel, rychlost sorpce kapaliny, savost kapalin, rychlost vzlínání kapaliny, rychlost odvodu kapaliny [8].

1.4 Viskozita

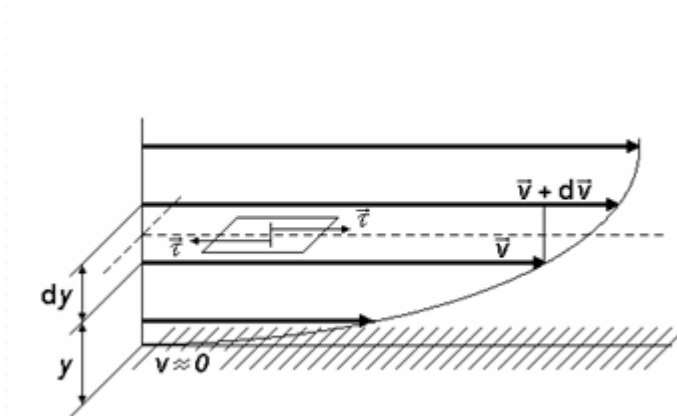
Tato kapitola se zabývá viskozitou a principy jejího měření.

Viskozita kapalin

Kapaliny jsou látky, které se účinkem i malé vnější síly trvale deformují – tečou. Rychlost toku kapaliny je tím větší, čím větší je vnější síla a čím menší jsou vnitřní síly, které působí proti toku. Vnitřní síly (vnitřní tření) vznikají v kapalině jako důsledek tepelného pohybu a mezimolekulárních přitažlivých sil. Při malých rychlostech proudění (laminární proudění) se tok kapalin uskutečňuje jako smyková deformace, která charakterizuje změnu materiálu při smykovém (tečném) napětí. Při laminárním proudění reálné tekutiny vzniká v důsledku mezimolekulárních sil ve stykové ploše dvou vrstev pohybujících se různou rychlostí v tečné napětí τ , jímž se snaží rychlejší vrstva urychlovat vrstvu pomalejší a ta naopak zpomalovat vrstvu rychlejší. Podle Newtona je toto tečné napětí přímo úměrné gradientu rychlosti, tj. přírůstku rychlosti dv mezi dvěma přiléhajícími vrstvami dělenému vzdáleností vrstev dy . Platí:

$$\tau = \eta \frac{dv}{dy} \quad (3)$$

kde konstanta úměrnosti η se nazývá dynamická viskozita, jednotka Pa.s. V soustavě SI vyjadřuje sílu v newtonech, která je zapotřebí, aby se vrstva o ploše 1 m^2 posunula oproti stejné vrstvičce ve vzdálenosti 1 m o 1 m ve vodorovné rovině. Hlavní jednotkou dynamické viskozity η je N.s.m^{-2} , hlavní jednotkou kinematické viskozity ν je $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$. Grafické znázornění rozdělení rychlostí v příčném řezu proudící tekutinou určuje rychlostní profil viz obrázek 10.



Obr. 10 Rychlostní profil v proudící kapalině [15].

Směrnice tečny v každém bodě tohoto profilu udává jak gradient rychlosti, tak i tečné napětí τ . Tekutiny, pro které platí přímá úměrnost ve vztahu (3) nazýváme newtonské, ostatní nazýváme nenewtonské. Tokové chování nenewtonských kapalin se může plně charakterizovat při určité teplotě pouze na základě tokové křivky (reogramu), která popisuje tokové chování v závislosti na smykovém napětí a smykové rychlosti pro širší oblast hodnot. Podle chování se nenewtonské kapaliny rozdělují na:

- Pseudoplastické a dilatantní – viskozita je závislá na smykové rychlosti
- Binghamské – kapaliny vykazující mez toku
- Tixotropní a reopexní – kapaliny s časově závislou viskozitou

V hydrodynamických rovnicích se často používá ještě kinematická viskozita definovaná vztahem:

$$\eta_r = \frac{\eta}{\rho_k} \quad (4)$$

kde ρ_k je hustota dané tekutiny.

Viskozita roztoků makromolekulárních látek

Roztoky makromolekulárních látek jsou soustavy tvořené rozpouštědlem (disperzním prostředím – spojitá fáze) a makromolekulami (disperzním podílem – rozptýlená fáze). Soustavy, které obsahují alespoň dvě fáze nebo složky, se označují jako disperzní soustava. Podle velikosti částic je možné roztoky makromolekulárních látek zařadit mezi koloidní disperzní systémy (10^{-9} až 10^{-6} m).

Z hlediska jejich chování při toku patří roztoky makromolekulárních látek mezi nenewtonské kapaliny. Pro vystižení odlišností od newtonského chování se při

popisování viskozity disperzních soustav užívají tyto veličiny:

- relativní viskozita η_r – v případě koloidních disperzí je $\eta_r > 1$:

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \quad (5)$$

kde je η viskozita disperzní soustavy [Pa.s], η_0 viskozita disperzního prostředí [Pa.s]

- specifická viskozita η_{sp} – udává poměrný přírůstek viskozity:

$$\eta_{sp} = \eta_r - 1 = \frac{(\eta - \eta_0)}{\eta_0} \quad (6)$$

- redukovaná viskozita η_{red} :

$$\eta_{red} = \frac{\eta_{sp}}{c} \quad (7)$$

kde c je koncentrace (hmotnostní, molární, objemový zlomek)

- limitní viskozitní číslo $[\eta]$ [cm³.g⁻¹]:

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\eta_{sp}}{c} \quad (8)$$

Viskozita disperzních soustav se liší od viskozity čistého disperzního prostředí, což je způsobeno přítomností disperzního podílu (částic), rozměry jeho molekul jsou větší než rozměry molekul disperzního prostředí. Přítomnost částic mění dráhy jednotlivých molekul proudící kapaliny a napomáhá tak promíchávání vrstev. V důsledku toho se v disperzních soustavách často pozoruje turbulence při nižších hodnotách Reynoldsova čísla, než v kapalinách bez disperzních částic.

Viskozita disperzních soustav roste s rostoucí molekulovou hmotností disperzního podílu. Závislost viskozity, tedy limitního viskozitního čísla, na molekulové hmotnosti popisuje např. tzv. Mark-Houwinkova rovnice:

$$[\eta] = K M_r^\alpha \quad (9)$$

kde jsou K a α konstanty Mark-Houwinkovy rovnice; K [cm³.g⁻¹], M_r relativní molekulová hmotnost [15].

1.4.1 Měření viskozity

K měření viskozity se používají viskozimetry různých fyzikálních principů a konstrukcí:

- viskozimetry průtokové (kapilární)
- viskozimetry tělískové

c) viskozimetry rotační.

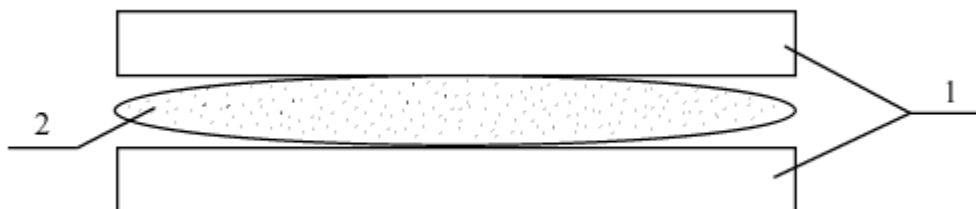
Ad a) Průtokové viskozimetry jsou založeny na principu měření tlakové ztráty v kapiláře při laminárním proudění kapilárou.

Ad b) Tělíkové viskozimetry využívají Stokesova vztahu pro odpor kuličky o průměru $d = 2r$, která se pohybuje přímočaře rychlostí w v měřeném prostředí. Používá se několika konstrukčních řešení tohoto typu viskozimetru. U Höpplerova viskozimetru se elektricky měří doba pádu kuličky v šikmé trubce. Plováčkový průtokoměr se skládá ze dvou plováků a může se použít rovněž pro měření viskozity.

Ad c) Rotační viskozimetry jsou založeny na principu měření odporu, který klade měřené prostředí otáčivému pohybu vhodných těles - válce, kotouče apod. Měření viskozity lze převést na měření momentu síly při konstantních otáčkách nebo naopak na měření otáček při konstantním momentu síly [16].

1.5 Možnost využití vyrobené textilie

Netkaná textilie vyrobená dle popisu v experimentální části by se dala využít jako konstrukční materiál pro sorpční textilie. Přesněji jako jedna z částí kompozitního materiálu. Druhou část by tvořil sorpční člen. Složení kompozitního materiálu viz obr. 11.



Obr. 11 Schéma kompozitního materiálu: 1 – netkaná textilie, 2 – sorpční člen

Netkaná textilie by zajišťovala:

- Krycí funkci: textilie odolává určitému mechanickému namáhání (např. odolnost vůči oděru) a má určité mechanické vlastnosti (např. pevnost)
- Funkci rozvodu kapaliny do sorpčního členu

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V experimentální části budou popsány parametry použitého materiálu, postup výroby vzorků, následné měření jejich smáčecích vlastností a výsledky tohoto měření. Výroba vzorků byla realizována v poloprovoze netkaných textilií. Testování vzorků proběhlo v laboratořích netkaných textilií.

2.1 Parametry použitého materiálu a vzorků

Zde bude popsán výběr materiálu a jeho parametry. Množstvím různých jemností a poměrů vláken, plošných hmotností a tloušťek materiálu byla zajištěna široká škála různorodých vzorků pro testování.

2.1.1 Vláknenný materiál

Jako vláknenný materiál byla vybrána směs základních polyesterových vláken a pojivých bikomponentních vláken polyester/kopolyester. Přesněji vlákna polyesterová délky 80 mm a bikomponentní polyester/kopolyester typu jádro-plášť délky 60 mm.

2.1.2 Jemnost a poměry vláken

Pro výrobu vzorků bylo použito tří jemností základních polyesterových vláken: 3,3 dtex, 6,7 dtex, 11 dtex. U nejběžnější jemnosti 6,7 dtex byly vybrány tři poměry vláken (základní vlákna/pojivá vlákna): 40/60, 60/40, 80/20. Jemnosti 3,3, dtex a 11 dtex zastupoval pouze jeden poměr: 60/40. Vzniklo tedy pět skupin vzorků s odlišnými parametry.

Bikomponentní vlákna byla jednotné jemnosti: 3,3 dtex.

2.1.3 Tloušťka vzorků

Byly vybrány čtyři tloušťky vzorků. Tloušťky byly zajištěny pomocí distančních želez, která měla výšku 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm. Tloušťka vzorků byla regulována až při lisování.

2.1.4 Plošná hmotnost vzorků

Pro všech pět skupin vzorků byly zvoleny tyto tři plošné hmotnosti: 100 g.m⁻², 200 g.m⁻², 300 g.m⁻².

3,3 dtex 60/40											
100 g.m ⁻²				200 g.m ⁻²				300 g.m ⁻²			
0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm

6,7 dtex 40/60											
100 g.m ⁻²				200 g.m ⁻²				300 g.m ⁻²			
0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm

6,7 dtex 60/40											
100 g.m ⁻²				200 g.m ⁻²				300 g.m ⁻²			
0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm

6,7 dtex 80/20											
100 g.m ⁻²				200 g.m ⁻²				300 g.m ⁻²			
0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm

11 dtex 60/40											
100 g.m ⁻²				200 g.m ⁻²				300 g.m ⁻²			
0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm

Tab. 2 Parametry sady vzorků pro jeden olej

2.2 Postup výroby vzorků

Tato část popisuje technologii výroby vzorků. Podle výše popsaných parametrů bylo připraveno 60 různých vzorků (tabulka 2). Každý vzorek byl zhotoven třikrát. Smáčecí vlastnosti tedy byly dohromady testovány na 180 vzorcích.

2.2.1 Vážení a směsování vláknenného materiálu

K získání daných poměrů bylo potřeba na digitální váze navážít určité množství základních a pojivých vláken. Například pro poměr 60/40 = 60 % základních vláken a 40 % pojivých vláken. Tímto způsobem bylo připraveno více navážek. Počet navážek závisel na plošné hmotnosti vzorků. Směsování vláken bylo provedeno ručně.

2.2.2 Mykání

Mykání proběhlo na válcovém mykacím stroji. Materiál prošel mykacím zařízením celkem dvakrát. Po zapnutí mykacího stroje bylo určité množství promíseného materiálu nepřetržitě vkládáno do vstupního zařízení stroje a mykáno. Po

prvním průchodu strojem na výstupu vznikl nekladený namykaný materiál. Z takto zpracovaného materiálu bylo odebráno určité množství vláken, protože pro druhý průchod mykacím strojem bylo potřeba navážít přesné množství materiálu pro danou plošnou hmotnost. Toto množství bylo poté mykáno podruhé. Tentokrát už však byl materiál na výstupu navinut na válec a tím bylo simulováno podélné kladení. Materiál na válci byl podélně rozstřížen a sejmut. Vzniklo rovnoměrné rouno.

Tento postup mykání vlákenného materiálu byl zopakován pro každou jemnost a k ní příslušný poměr. Výsledkem tedy bylo 15 roun o jiných parametrech. Z jednoho rouna bylo potřeba získat 12 vzorků. Tento počet vzorků však nebylo možné získat z jednoho rouna a proto bylo jedno rouno vyrobeno například třikrát.

2.2.3 Předvpichování

Před samotným termickým pojením byla rouna předzpevněna vpichováním. Hloubka vpichu byla nastavena na 5 mm. Počet vpichů V_p je vypočten ze vzorce (1).

Výrobní parametry:

$$a = 2\,200\text{ m}^{-1}, f = 220\text{ min}^{-1} = 3,67\text{ s}^{-1}, p = 1, v = 0,5\text{ m}\cdot\text{min}^{-1} = 0,0083\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Počet vpichů:

$$V_p = \frac{a f p}{v} = \frac{2200 \cdot 3,6 \cdot 1}{0,0083} = 972\,771\text{ m}^{-2}$$

2.2.4 Stříhání vzorků

Z roun, která byla předzpevněna vpichováním, byly vystřiženy vzorky o zvoleném rozměru 20 x 20 cm. Pro každou ze tří jemností, pěti poměrů a tří plošných hmotností bylo vystřiženo 12 vzorků. Celkem 180 vzorků. Následně bylo každých 12 vzorků rozděleno po třech do čtyř skupin tloušťek.

Každý vzorek byl po vystřížení převážen na digitální váze. Použity byly pouze vzorky vyhovující dané plošné hmotnosti. Maximální hmotnostní tolerance:

$$100\text{ g}\cdot\text{m}^{-2} \pm 5\text{ g}$$

$$200\text{ g}\cdot\text{m}^{-2} \pm 8\text{ g}$$

$$300\text{ g}\cdot\text{m}^{-2} \pm 12\text{ g}$$

2.2.5 Lisování

Termické pojení vzorků se uskutečnilo na lisovacím stroji. Vzorky byly pojeny po jednom. Teplota lisování byla nastavena na 140 °C. Vzorek a distanční železa byly vloženy mezi dva kovové pláty. Následně byly pláty umístěny mezi přehřáté lisovací desky. Po zapnutí lisu se desky přiblížily k sobě a při určitém tlaku započalo lisování. Po 2 minutách byl lis otevřen a vzorek vyjmut. Tímto způsobem byly zpevněny všechny vystřižené vzorky.

2.3 Měření

Zde budou popsány použité pomůcky pro měření, způsob a postup měření smáčivých vlastností výše popsaných vzorků a použité oleje. V závěru bude uveden zápis výsledků měření.

2.3.1 Pomůcky pro měření

Smáčivost vzorků byla testována pomocí nálevky, která byla zhotovena přímo pro účely této bakalářské práce. Přesné rozměry nálevky nalezneme v příloze VII, obrázek VII.1.

Pod testované vzorky bylo vkládáno 10 filtračních papírů nastříhaných na rozměr 20 x 20 cm. Jeden filtrační papír o tomto rozměru vážil přibližně 3,1 g. Filtrační papíry měly za účel zachytit olej, který protekl a nebyl zadržen vzorkem. Každá sada 10 filtračních papírů byla před testování zvážena.

Další pomůcky pro měření: Oleje byly aplikovány do nálevky pomocí injekční stříkačky. Pro měření doby vsaku oleje do vzorku bylo použito digitálních stopek. Po ukončení měření byly filtrační papíry váženy na dvojmístných digitálních vahách.

2.3.2 Použité oleje

Pro testování smáčecích vlastností zhotovených vzorků byly vybrány tyto tři oleje: Olej vazný bílý, MOGUL M6AD, MOGUL Alfa 2T. Pro měření na každém vzorku byly použity 3 ml oleje. Hmotnosti 3 ml každého oleje v gramech a jejich viskozity jsou uvedeny v tabulce 3. Viskozita každého oleje byla změřena na rotačním viskozimetru v laboratořích netkaných textilií.

Olej vazný bílý

Minerální olej (též ropný olej) je jedním z produktů frakční destilace ropy. Je to průhledný, bezbarvý olej složený především z alkanů (typicky s 15 až 40 atomy uhlíku v molekule) a cyklických parafinů, příbuzný s vazelinou (známou též jako bílá vazelina, v lékopisu latinsky Vaselinum album). Má hustotu okolo $0,8 \text{ g.cm}^{-3}$. Minerální olej je látka poměrně nízké hodnoty a vyrábí se ve velkých množstvích. Je dostupný jako lehký a těžký minerální olej [17].

MOGUL M6AD

Skupina: Oleje / Motorové oleje jednostupňové

Klasifikace, specifikace: SAE 40, API SC/CB

Popis: TRYSK M6AD je určen pro mazání nepřepřehňovaných čtyřdobých zážehových a vznětových motorů ve starších typech osobních i nákladních automobilů [18].

MOGUL Alfa 2T

Skupina: Oleje / Oleje pro zahradní techniku

Klasifikace a specifikace: API TC, JASO FD, ISO-L-EGD, TISI

Popis: Je určený k mazání dvoudobých vysokootáčkových benzinových motorů s mimořádnými požadavky na užité vlastnosti oleje (např. moderní motocykly, automobily, motorové pily, křovinořezy, vyžinače, zemědělská mechanizace aj.), které se mažou směsí oleje s benzinem nebo pomocí dávkovacího čerpadla. Vyhovuje požadavkům mazání nejvýkonnějších moderních dvoudobých motorů [19].

Olej	Hmotnost 3 ml	Viskozita [Pa.s]
Olej vazný bílý	2,47 g	0,042578
MOGUL M6AD	2,65 g	0,259938
MOGUL Alfa 2T	2,60 g	0,086901

Tab. 3 Hmotnost 3 ml oleje

2.3.3 Postup měření

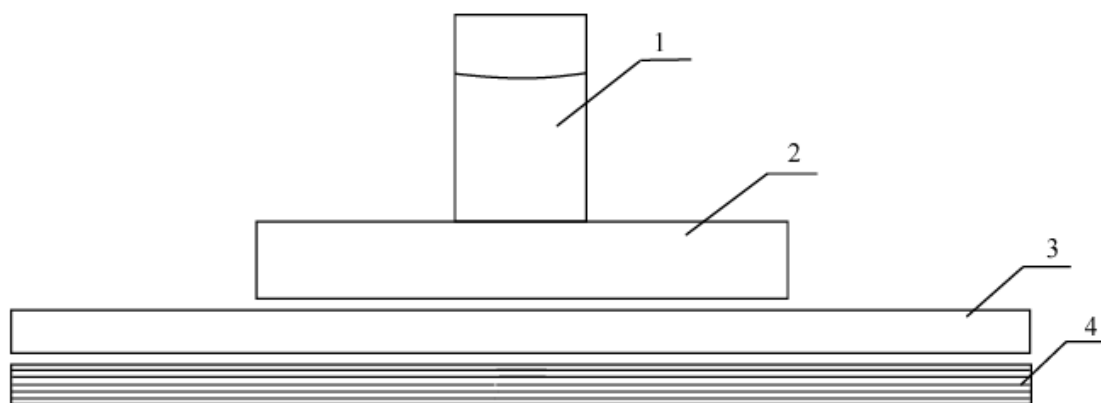
Umístění vzorku: Na zvaženu sadu 10-ti filtračních papíru byl umístěn jeden testovaný vzorek. Doprostřed vzorku byla umístěna nálevka. Vzájemné uspořádání je zobrazeno na obrázku 12.

Aplikace oleje: Do injekční stříkačky byly nasáty 3 ml daného oleje. Olej byl pomocí injekční stříkačky přenesen do nálevky. V momentu ukončení přenosu oleje do nálevky byly spuštěny digitální stopky.

Sorpce oleje: Byla měřena doba průsaku oleje testovaným vzorkem. Digitální stopky byly zastaveny ve chvíli, kdy materiál pohltil všechn olej, a nálevka zůstala prázdná.

Vážení: Po ukončení sorpce byla odejmuta nálevka a testovaný vzorek. Sada 10-ti filtračních papírů byla zvážena na dvojmístných digitálních vahách.

Další měření: Po každé použití byla nálevka očištěna a položena na další testovaný vzorek. Vzorek opět ležel na zvážené sadě 10-ti filtračních papírů. Stejný postup měření se opakoval pro všechny vyrobené vzorky a pro všechny druhy olejů.



Obr. 12 Schéma uspořádání - měření: 1 – olej, 2 – nálevka, 3 – netkaná textilie, 4 – filtrační papíry

2.3.4 Zápis výsledků měření

Při každém měření byly zapsány tyto hodnoty:

1. Hmotnost filtračních papírů před měřením [g]
2. Hmotnost filtračních papírů po měření [g]
3. Doba průsaku oleje testovaným vzorkem [min:s]

Tabulky byly následně rozšířeny o další údaje.

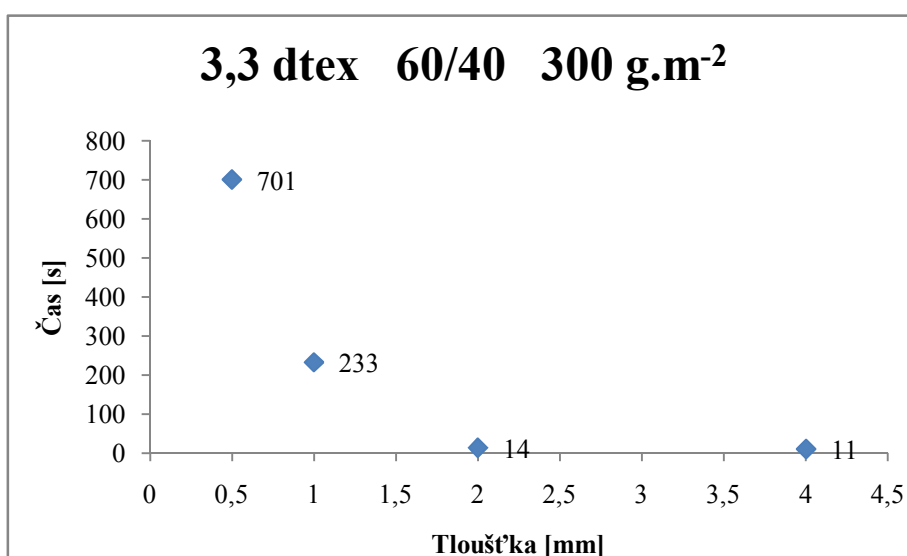
2.4 Vyhodnocení

K přílohám č. II – VI bude připojeno slovní zhodnocení. Součástí budou i ukázky grafického zpracování dat.

2.4.1 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

Prezentace závislosti času na tloušťce pro určitou jemnost, poměr a plošnou hmotnost.

Všechny grafy pro všechny oleje mají sestupnou tendenci. Tedy, že smáčení vzorku tloušťky 0,5 mm trvalo nejdéle a smáčení tloušťky 4 mm trvalo nejkratší dobu.



Graf č.II.3 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

Olej vazný bílý:

Nejpomaleji smáčel vzorek 3,3 dtex 60/40 300 g.m⁻² 0,5 mm = 11 min 41 s

Nejrychleji smáčel vzorek 11 dtex 60/40 100 g.m⁻² 4 mm = 5 s

MOGUL M6AD:

Nejpomaleji smáčel vzorek 6,7 dtex 60/40 200 g.m⁻² 0,5 mm = 54 min 59 s

Nejrychleji smáčel vzorek 11 dtex 60/40 200 g.m⁻² 4 mm = 43 s

MOGUL Alfa 2T:

Nejpomaleji smáčel vzorek 3,3 dtex 60/40 200 g.m⁻² 0,5 mm = 21 min 34 s

Nejrychleji smáčel vzorek 11 dtex 60/40 300 g.m⁻² 4 mm = 12 s

Z těchto výsledků je patrné, že nejrychleji smáčí vzorky 11 dtex 60/40 4 mm – plošná hmotnost se mění. Pro porovnání budou uvedeny hodnoty pro ostatní plošné hmotnosti:

Olej vazný bílý:

11 dtex 60/40 200 g.m⁻² 4 mm = 10 s

11 dtex 60/40 300 g.m⁻² 4 mm = 11 s

MOGUL M6AD:

11 dtex 60/40 100 g.m⁻² 4 mm = 50 s

11 dtex 60/40 300 g.m⁻² 4 mm = 48 s

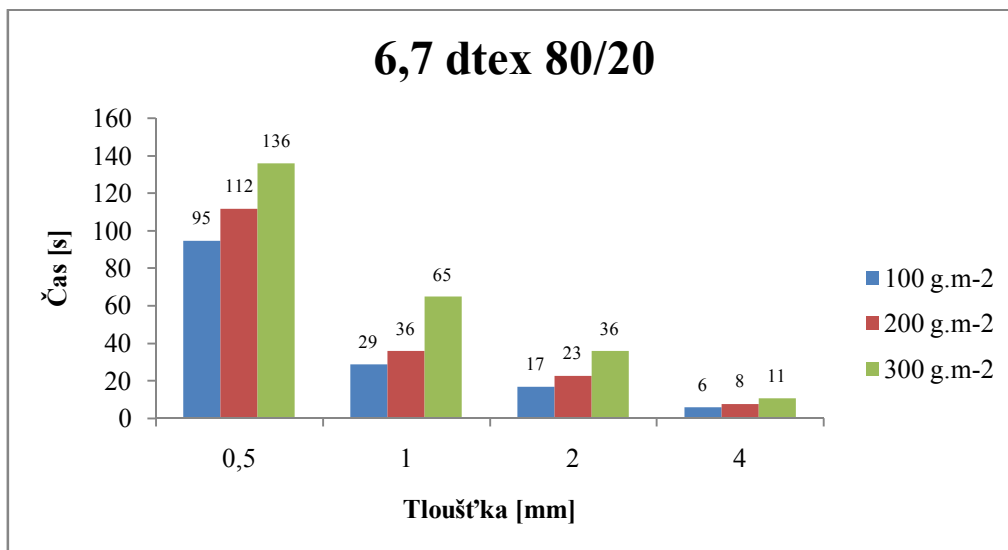
MOGUL Alfa 2T:

11 dtex 60/40 100 g.m⁻² 4 mm = 16 s

11 dtex 60/40 200 g.m⁻² 4 mm = 15 s

2.4.2 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu a plošné hmotnosti

Prezentace závislosti času na tloušťce a plošné hmotnosti pro určitou jemnost a poměr.



Graf č.III.4 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

Olej vazný bílý:

Graf č. III.4 zobrazuje, že u všech tloušťek se vzrůstající plošnou hmotností vzrůstá doba sorpce.

Na grafu č. III.1 lze pozorovat, že u tloušťek 0,5 mm a 1 mm se vzrůstající plošnou hmotností vzrůstá doba sorpce, ale u tloušťek 2 mm a 4 mm se vzrůstající plošnou hmotností doba sorpce klesá.

Grafy č. III.2, III.3, III.5 nevykazují pravidelnou sestupnou či vzestupnou tendenci.

MOGUL M6AD:

Graf č. III.9 zobrazuje, že u všech tloušťek se vzrůstající plošnou hmotností vzrůstá doba sorpce.

Z grafu č. III.7 lze vyčíst, že kromě tloušťky 0,5 mm, u ostatních tloušťek se vzrůstající plošnou hmotností vzrůstá doba sorpce.

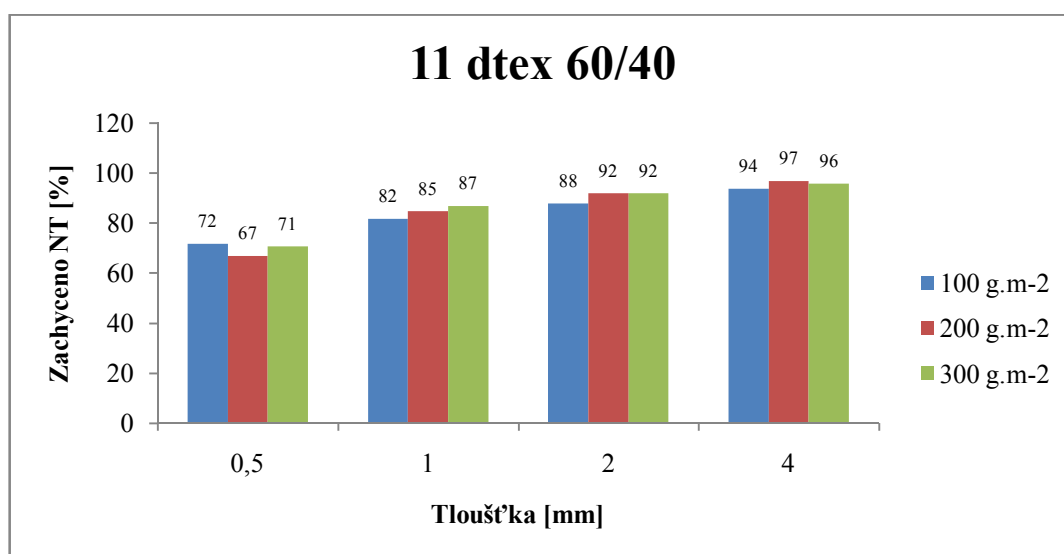
MOGUL Alfa 2T:

Graf č. III.12 zobrazuje, že kromě tloušťky 2 mm, u ostatních tloušťek se vzrůstající plošnou hmotností vzrůstá doba sorpce.

U grafu č. III.14 vzrůstá doba sorpce se vzrůstající plošnou hmotností u tloušťek 2 mm a 4 mm. U tloušťek 0,5 mm a 1 mm je vidět, že plošná hmotnost 200 g.m^{-2} sorbuje rychleji než plošné hmotnosti 100 g.m^{-2} a 300 g.m^{-2} . Naopak v grafu č. III.11 u tloušťek 0,5 mm a 1 mm plošná hmotnost 200 g.m^{-2} sorbuje nejpomaleji.

2.4.3 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

Prezentace závislosti procenta sorpce na tloušťce a plošné hmotnosti pro určitou jemnost a poměr.



Graf č.IV.10 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

Olej vazný bílý:

Nejméně sorboval vzorek 11 dtex 60/40 300 g.m⁻² 0,5 mm = 34 %

Nejvíce sorbovaly vzorky 3,3 dtex 60/40 200 g.m⁻² 4 mm a 6,7 dtex 60/40 200 g.m⁻² 0,5 mm = 98 %

MOGUL M6AD:

Nejméně sorboval vzorek 6,7 dtex 40/60 300 g.m⁻² 0,5 mm = 45 %

Nejvíce sorboval vzorek 3,3 dtex 60/40 300 g.m⁻² 4 mm = 98 %

MOGUL Alfa 2T:

Nejméně sorboval vzorek 6,7 dtex 60/40 300 g.m⁻² 0,5 mm = 53 %

Nejvíce sorboval vzorek 3,3 dtex 60/40 200 g.m⁻² 4 mm = 98 %

Z těchto výsledků je patrné, že nejvíce sorbují vzorky 3,3 dtex 60/40 4 mm – plošná hmotnost se mění. Pro porovnání budou uvedeny hodnoty pro ostatní plošné hmotnosti:

Olej vazný bílý:

3,3 dtex 60/40 100 g.m⁻² 4 mm = 92 %

3,3 dtex 60/40 300 g.m⁻² 4 mm = 96 %

MOGUL M6AD:

3,3 dtex 60/40 100 g.m⁻² 4 mm = 95 %

3,3 dtex 60/40 200 g.m⁻² 4 mm = 96 %

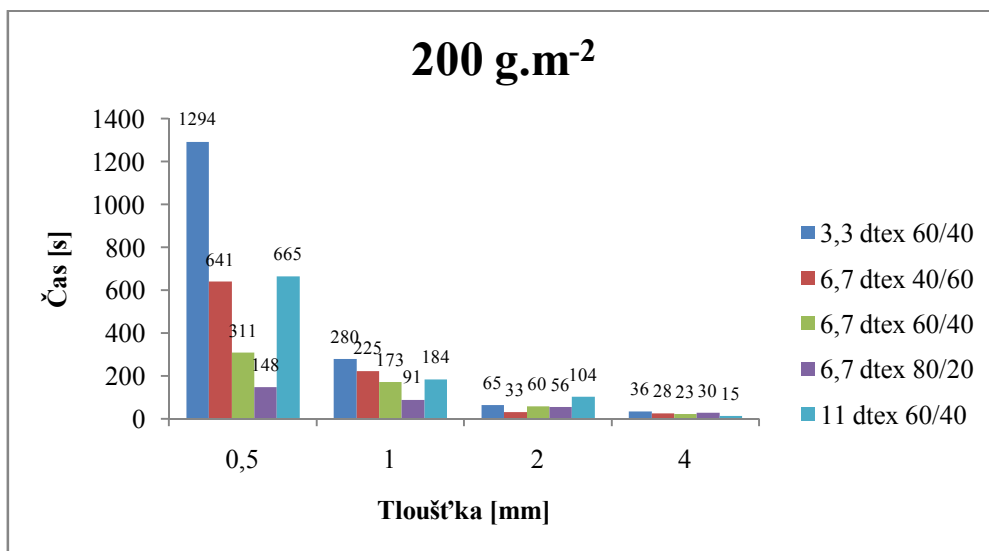
MOGUL Alfa 2T:

3,3 dtex 60/40 100 g.m⁻² 4 mm = 95 %

3,3 dtex 60/40 300 g.m⁻² 4 mm = 97 %

2.4.4 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

Prezentace závislosti času na tloušťce, jemnosti a poměru pro určitou plošnou hmotnost.



Graf č.V.8 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

Olej vazný bílý:

Grafy č. V.1, V.2, V.3 ukazují, že všechny vzorky tloušťky 4 mm sorbují přibližně stejnou dobu. U vzorků tloušťky 0,5 mm a plošných hmotností 200 g.m⁻² a 300 g.m⁻² sorbuje nejdéle vzorek 3,3 dtex 60/40. U vzorku tloušťky 0,5 mm a plošné hmotnosti 100 g.m⁻² sorbuje nejdéle vzorek 11 dtex 60/40. Dále grafy ukazují, že u každé plošné hmotnosti je nejrychlejším sorbentem vzorek s jinými parametry.

MOGUL M6AD:

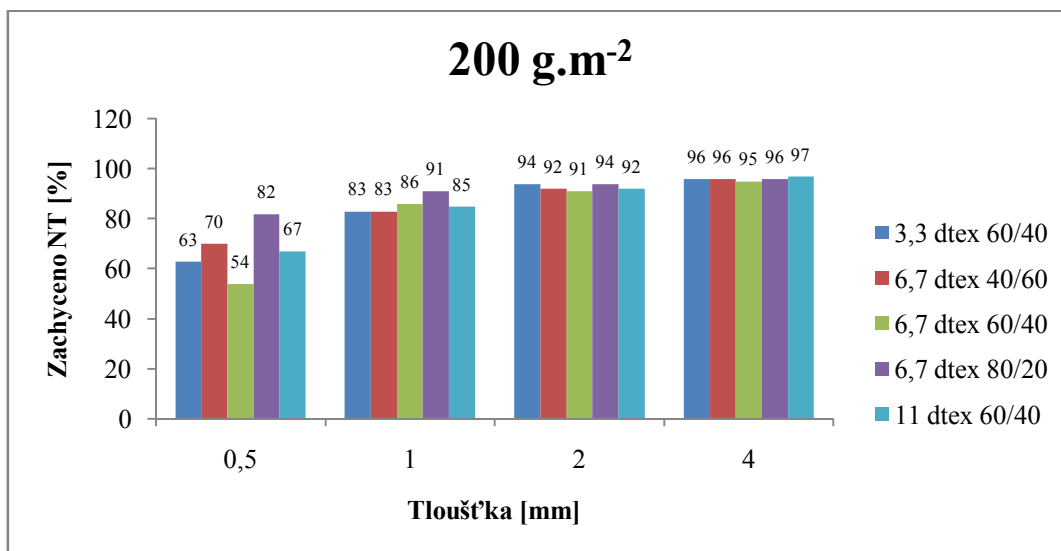
Grafy č. V.4, V.5, V.6 zobrazují, že u všech plošných hmotností nejrychleji sorbuje vzorek 11 dtex 60/40.

MOGUL Alfa 2T:

V grafech č. V.8, V.9 je patrné, že nejkratší dobu sorbují vzorky 11 dtex 60/40 4 mm. V grafu č. V. 7 nejkratší dobu sorpce vykazuje vzorek 3,3 dtex 60/40 4 mm.

2.4.5 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

Prezentace závislosti procenta sorpce na tloušťce, jemnosti a poměru pro určitou plošnou hmotnost.



Graf č.VI.5 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

Olej vazný bílý:

Dle grafů č. VI. 1, VI. 2, VI.3 se vzrůstající tloušťkou vzorků vzrůstá i procento sorpce. Výjimku ukazuje na grafu VI.2 vzorek 6,7 dtex 60/40 0,5 mm, který se vzorkem 3,3 dtex 60/40 4 mm sorboval nejvíce oleje.

MOGUL M6AD:

Grafy č. VI.5, VI.6 ukazují, že u plošných hmotností 200 g.m⁻² a 300 g.m⁻² tloušťky 4 mm není sorpce nižší než 95 %. V grafu č. VI.4 dosahuje vzorek 6,7 dtex 80/20 0,5 mm sorpce 97 %.

MOGUL Alfa 2T:

Grafy č. VI.8, VI.9 ukazují, že u plošných hmotností 200 g.m⁻² a 300 g.m⁻² tloušťky 4 mm není sorpce nižší než 95 %. Dále je z grafů patrné, že u plošných hmotností 200 g.m⁻² a 300 g.m⁻² tloušťky 2 mm není sorpce nižší než 89 %.

ZÁVĚR

Jak už bylo v úvodu řečeno, cílem této práce bylo najít vhodné parametry vzorků, které budou nejrychleji smáčet a sorbovat nejvíce kapaliny. Pro měření smáčecích vlastností byl k dispozici široký výběr vzorků s různými parametry zahrnující různé jemnosti a poměry vláken, plošné hmotnosti a tloušťky materiálu. Různorodost měření byla dále zajištěna díky třem olejům o různých viskozitách.

Vyhodnocením výsledků měření bylo zjištěno, že nejrychleji sorbují vzorky 11 dtex 60/40 4 mm a nejvíce kapaliny zachytí vzorky 3,3 dtex 60/40 4 mm. Je třeba zdůraznit, že tyto výsledky jsou platné při aplikaci 3 ml oleje a při okamžitém vyhodnocení v momentu vsáknutí celého objemu kapaliny.

Z vyhodnocení je patrné, že textilie pohltí až 98 % kapaliny. Proto by se dalo o této textilii uvažovat jako o samostatném sorbentu. Například by se mohla použít v autodílnách pod dopravní prostředky, kde by zachycovala kapající olej během opravy. Nebo jako geotextilie pod železniční kolej. Ve všech těchto aplikacích by ovšem tato textilie musela být otestována.

Žádná jiná textilie se z hlediska rychlosti, objemu a ceny výroby v podobných aplikacích nevyrovná netkané textilii. Tato práce je důkazem toho, že lze rychle a levně vyrobit textilii, které pohltí velké procento kapaliny. Přínosem práce je též vypracování postupu výroby textilie, postupu měření a vyhodnocení výsledků.

Výsledky této práce by mohly být podkladem pro další kvalifikační práci. Nabízí se možnost vyzkoušet aplikaci většího množství oleje, jiné plošné hmotnosti a tloušťky materiálu nebo oleje o jiných viskozitách. Bylo by i možné například vyzkoušet, kolik kapaliny v textilii zůstane po určité době.

LITERATURA

- [1] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. *Netkané textilie*. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-708-3746-2.
- [2] EDANA. News article. *Edana.org* [online]. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: <http://www.edana.org/newsroom/news-announcements/news-article/2014/03/31/nonwoven-production-exceeded-2-million-tonnes-in-2013-in-greater-europe>
- [3] MOODLE. Netkané textilie. *Moodle.fp.tul.cz* [online]. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: https://moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/1005/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-%C3%BAvodn%C3%AD%20p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka1.pdf
- [4] KNT. Download, Chapter 3 Carding. *Ft.tul.cz/depart/knt* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/knt/web/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=51&dir=DESC&order=name&Itemid=36&limit=5&limitstart=5
- [5] ALIBABA. Carding machine. *Alibaba.com* [online]. © 1999-2014 [cit.2014-04-06]. Dostupné z: http://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=41603&SearchText=carding+machine
- [6] MOODLE. Netkané textilie. *Moodle.fp.tul.cz* [online]. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: https://moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/1008/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-technologie1.pdf
- [7] ALIBABA. Needle punching machine. *Alibaba.com* [online]. © 1999-2014 [cit.2014-04-06]. Dostupné z: http://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=41603&SearchText=needle+punching+machine
- [8] RUSSELL, Edited by S.J. *Handbook of nonwovens*. Boca Raton, Fla. [etc.] : Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.
- [9] https://moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/598/mod_resource/content/1/TTX3_%C3%9Apravy.pdf

- [10] GUPTA, Edited by P.K. Chatterjee and B.S. *Absorbent technology*. Amsterdam: Elsevier Science, 2002. ISBN 978-044-4500-007.
- [11] HUNOLD+KNOOP. Polyethylenterephthalat. *Hunold-Knoop.de* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.hunold-knoop.de/wissen/die-kunststoffe/polyethylenterephthalat-pet.html>
- [12] THE UNIVERSITY OF TENNESSEE. Bicomponent fibers. *Utk.edu* [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Bicomponent%20fibers.htm>
- [13] PATNAIK. *Wetting and wicking in fibrous materials*. Abington, Cambridge: Woodhead Publ, 2006. ISBN 978-184-5691-493.
- [14] QUICK PURE. ALAB Fine Bubble Diffusers. *Quickpure.com* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.quickpure.com/Diffusers.htm>
- [15] VSCHT. Stanovení viskozity roztoků. *Vscht.cz* [online]. [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_stanoveni_viskozity_roztoku/teorie.htm
- [16] VUTBR. Měření viskozity. *Vutbr.cz* [online]. [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://ottp.fme.vutbr.cz/skripta/vlab/mereni/KA04-07.htm>
- [17] WIKIPEDIE. Minerální olej. *Wikipedia.org* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%A1ln%C3%AD_olej
- [18] PARAMO. Mogul M6AD. *Eshop.paramo.cz* [online]. © 2013 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://eshop.paramo.cz/produkty/KatalogovyList.aspx?kodproduktu=V531305>
- [19] PARAMO. Mogul Alfa 2T. *Eshop.paramo.cz* [online]. © 2013 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://eshop.paramo.cz/zbozi.aspx?kod=V531363311>

PŘÍLOHY

OBSAH

Příloha č. I: Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích	48
Příloha č. II: Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu	63
Příloha č. III: Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti	78
Příloha č. IV: Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti	84
Příloha č. V: Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru	90
Příloha č. VI: Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru	93
Příloha č. VII: Nálevka	96

Olej vazný bílý

3,3 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,8	32,84	1,04	1,26	4:06	246	42,11	57,89
1	32,97	33,39	0,42	0,51	1:43	103	17	83
2	32,59	32,85	0,26	0,32	0:42	42	10,53	89,47
4	31,7	31,89	0,19	0,23	0:18	18	7,69	92,31

Tab. I.1 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

3,3 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	32,16	33,07	0,91	1,11	9:27	567	36,84	63,16
1	31,64	32,01	0,37	0,45	1:57	117	14,98	85,02
2	32,51	32,67	0,16	0,19	0:37	37	6,48	93,52
4	31,61	31,66	0,05	0,06	0:15	15	2,02	97,98

Tab. I.2 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

3,3 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	32,48	33,33	0,85	1,03	11:41	701	34,41	65,59
1	31,79	32,2	0,41	0,5	3:53	233	16,6	83,4
2	32,24	32,37	0,13	0,16	0:14	14	5,26	94,74
4	31,5	31,59	0,09	0,11	0:11	11	3,64	96,36

Tab. I.3 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

Olej vazný bílý

6,7 dtex 40/60 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,49	32,42	0,93	1,13	3:45	225	37,65	62,35
1	31,58	32,1	0,52	0,63	1:35	95	21,05	78,95
2	32,29	32,53	0,24	0,29	0:22	22	9,72	90,28
4	31,77	32	0,23	0,28	0:07	7	9,31	90,69

Tab. I.4 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 40/60 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,75	32,89	1,14	1,39	6:40	400	46,15	53,85
1	32,01	32,43	0,42	0,51	1:26	86	17	83
2	31,67	31,87	0,2	0,24	0:18	18	8,1	91,9
4	31,53	31,63	0,1	0,12	0:10	10	4,05	95,95

Tab. I.5 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 40/60 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	32,48	33,8	1,32	1,6	10:04	604	53,44	46,56
1	32,56	33,05	0,49	0,6	2:34	154	19,84	80,16
2	31,72	31,83	0,11	0,13	0:37	37	4,45	95,55
4	32,12	32,26	0,14	0,17	0:10	10	5,67	94,33

Tab. I. Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

Olej vazný bílý

6,7 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,97	33,04	1,07	1,3	2:19	139	43,32	56,68
1	32,49	33,05	0,56	0,68	1:48	108	22,67	77,33
2	32,18	32,35	0,17	0,21	0:36	36	6,88	93,12
4	32,28	32,48	0,2	0,24	0:07	7	8,1	91,9

Tab. I.7 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	32,09	32,88	0,79	0,96	2:57	177	31,98	68,02
1	32,16	32,52	0,36	0,44	1:32	92	14,58	85,42
2	32,08	32,27	0,19	0,23	0:30	30	7,69	92,31
4	32,02	32,16	0,14	0,17	0:12	12	5,67	94,33

Tab. I.8 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,98	32,72	0,74	0,9	1:56	116	29,96	70,04
1	32,16	32,6	0,44	0,53	1:40	100	17,81	82,19
2	32,1	32,2	0,1	0,12	0:36	36	4,05	95,95
4	31,99	32,1	0,11	0,13	0:19	19	4,45	95,55

Tab. I.9 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

Olej vazný bílý

6,7 dtex 80/20 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,82	32,56	0,74	0,9	1:35	95	29,96	70,04
1	32,08	32,47	0,39	0,47	0:29	29	15,79	84,21
2	31,97	32,33	0,36	0,44	0:17	17	14,58	85,42
4	32,04	32,22	0,18	0,22	0:06	6	7,29	92,71

Tab. I.10 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 80/20 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	33,19	33,77	0,58	0,71	1:52	112	23,48	76,52
1	31,99	32,25	0,26	0,32	0:36	36	10,53	89,47
2	31,68	32	0,32	0,39	0:23	23	12,96	87,04
4	31,76	31,9	0,14	0,17	0:08	8	5,67	94,33

Tab. I.11 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 80/20 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,72	32,24	0,52	0,63	2:16	136	21,05	78,95
1	35,07	35,28	0,21	0,26	1:05	65	8,5	91,5
2	32,94	33,12	0,18	0,22	0:36	36	7,29	92,71
4	31,72	31,85	0,13	0,16	0:11	11	5,26	94,74

Tab. I.12 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

Olej vazný bílý

11 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	32,35	33,3	0,95	1,15	5:46	346	38,46	61,54
1	32,48	32,96	0,48	0,58	1:59	119	19,43	80,57
2	31,01	31,36	0,35	0,43	0:34	34	14,17	85,83
4	31,38	31,58	0,2	0,24	0:05	5	8,1	91,9

Tab. I.13 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

11 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,31	32	0,69	0,84	3:41	221	27,94	72,06
1	31,66	32,1	0,44	0,53	2:54	174	17,81	82,19
2	30,97	31,57	0,6	0,73	0:45	45	24,29	75,71
4	31,96	32,06	0,1	0,12	0:10	10	4,05	95,95

Tab. I.14 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

11 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,61	33,23	1,62	1,97	5:26	326	65,59	34,41
1	31,86	32,3	0,44	0,53	3:22	202	17,81	82,19
2	32,13	32,31	0,18	0,22	0:32	32	7,29	92,71
4	31,27	31,39	0,12	0,15	0:11	11	4,86	95,14

Tab. I.15 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL M6AD

3,3 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,75	32,68	0,93	1,05	24:09	1449	39,62	60,38
1	31	31,39	0,39	0,44	7:44	464	14,72	85,28
2	32,11	32,28	0,17	0,19	2:26	146	6,42	93,58
4	32,09	32,23	0,14	0,16	1:09	69	5,28	94,72

Tab. I.16 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

3,3 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,27	32,26	0,99	1,12	52:23	3143	37,36	62,64
1	31,48	31,93	0,45	0,51	19:47	1187	16,98	83,02
2	32,14	32,3	0,16	0,18	4:50	290	6,04	93,96
4	31,65	31,75	0,1	0,11	2:03	123	3,77	96,23

Tab. I.17 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

3,3 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,85	31,52	0,67	0,76	34:54	2094	25,28	74,72
1	31,75	32,34	0,59	0,67	29:03	1743	22,26	77,74
2	32,41	32,53	0,12	0,14	1:56	116	4,53	95,47
4	30,87	30,93	0,06	0,07	1:14	74	2,26	97,74

Tab. I.18 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL M6AD

6,7 dtex 40/60 100 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,65	32,68	1,03	1,17	40:25	2425	38,87	61,13
1	30,87	31,51	0,64	0,73	13:51	831	24,15	75,85
2	31,66	31,89	0,23	0,26	3:42	222	8,68	91,32
4	31,86	31,94	0,08	0,09	0:59	59	3,02	96,98

Tab. I.19 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 40/60 200 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,67	31,46	0,79	0,89	22:56	1376	29,8	70,2
1	32,01	32,47	0,46	0,52	19:12	1152	17,36	82,64
2	31,23	31,45	0,22	0,25	4:06	246	8,03	91,97
4	31,61	31,72	0,11	0,13	1:04	64	4,15	95,85

Tab. I.20 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 40/60 300 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,68	33,13	1,45	1,64	54:07	3247	54,72	45,28
1	31,25	31,94	0,69	0,78	24:33	1473	26,04	73,96
2	31,62	31,79	0,17	0,19	6:21	381	6,42	93,58
4	31,14	31,25	0,11	0,13	1:23	83	4,15	95,85

Tab. I.21 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL M6AD

6,7 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,57	32,12	0,55	0,62	21:56	1316	20,76	79,24
1	32,27	32,67	0,4	0,45	19:29	1169	15,09	84,91
2	31,89	32,08	0,19	0,22	6:49	409	7,17	92,83
4	31,3	31,38	0,08	0,09	1:07	67	3,02	96,98

Tab. I.22 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,8	32,01	1,21	1,37	54:59	3299	45,66	54,34
1	32,2	32,61	0,41	0,46	11:36	696	14,47	85,53
2	32,29	32,53	0,24	0,27	6:26	386	9,06	90,94
4	31,37	31,51	0,14	0,16	2:09	129	5,28	94,72

Tab. I.23 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,11	31,52	0,41	0,46	45:35	2735	15,47	84,53
1	31,12	31,33	0,21	0,24	5:25	325	7,93	92,07
2	32,31	32,48	0,17	0,19	3:48	228	6,42	93,58
4	31,32	31,41	0,09	0,1	3:04	184	3,4	96,6

Tab. I.24 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL M6AD

6,7 dtex 80/20 100 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	32,16	32,51	0,35	0,4	7:54	474	13,21	86,79
1	31,47	31,78	0,31	0,35	4:25	265	11,7	88,3
2	31,95	32,15	0,2	0,23	2:15	135	7,55	92,45
4	31,6	31,79	0,19	0,22	0:51	51	7,17	92,83

Tab. I.25 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 80/20 200 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,9	32,37	0,47	0,53	12:19	739	17,74	82,26
1	31,34	31,59	0,25	0,28	4:26	266	9,43	90,57
2	30,89	31,04	0,15	0,17	3:07	187	5,66	94,34
4	31,08	31,2	0,12	0,14	1:12	72	4,53	95,47

Tab. I.26 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 80/20 300 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,54	31,99	0,45	0,51	13:04	784	16,98	83,02
1	31,3	31,6	0,3	0,34	8:13	493	11,32	88,68
2	31,47	31,64	0,17	0,19	5:40	340	6,42	93,58
4	32,03	32,1	0,07	0,08	1:45	105	2,64	97,36

Tab. I.27 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL M6AD

11 dtex 60/40 100 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,34	32,09	0,75	0,85	14:17	857	28,3	71,7
1	31,49	31,98	0,49	0,56	13:21	801	18,49	81,51
2	31,43	31,76	0,33	0,37	2:53	173	12,45	87,55
4	31,56	31,72	0,16	0,18	0:50	50	6,04	93,96

Tab. I.28 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

11 dtex 60/40 200 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,19	32,07	0,88	0,97	40:45	2445	33,21	66,79
1	31,83	32,24	0,41	0,46	12:13	733	15,47	84,53
2	31,47	31,69	0,22	0,25	6:29	389	8,3	91,7
4	31,69	31,78	0,09	0,1	0:43	43	3,4	96,6

Tab. I.29 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

11 dtex 60/40 300 g.m⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,86	32,62	0,76	0,86	37:29	2249	28,68	71,32
1	31,91	32,25	0,34	0,39	5:51	351	12,83	87,17
2	31,52	31,73	0,21	0,24	4:37	277	7,93	92,07
4	31,52	31,62	0,1	0,11	0:48	48	3,77	96,23

Tab. I.30 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL Alfa 2T

3,3 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,36	32,23	0,87	1	10:11	611	33,33	66,67
1	31,03	31,5	0,47	0,54	3:04	184	18,08	81,92
2	31,22	31,42	0,2	0,23	0:58	58	7,69	92,31
4	31,56	31,69	0,13	0,15	0:18	13	5	95

Tab. I.31 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

3,3 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,75	31,73	0,98	1,13	21:34	1294	37,69	62,31
1	31,73	32,06	0,33	0,38	4:40	280	12,69	87,31
2	31,97	32,09	0,12	0,14	1:05	65	4,62	95,38
4	31,69	31,75	0,06	0,07	0:36	36	2,31	97,69

Tab. I.32 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

3,3 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,03	31,62	0,59	0,68	5:15	315	22,69	77,31
1	31,9	32,29	0,39	0,45	3:47	227	15	85
2	30,93	31,01	0,08	0,09	1:28	88	3,08	96,92
4	31,56	31,64	0,08	0,09	0:29	29	3,08	96,92

Tab. I.33 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL Alfa 2T

6,7 dtex 40/60 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,27	32,12	0,85	0,98	6:12	372	32,69	67,31
1	31,51	31,83	0,32	0,37	3:00	180	12,31	87,69
2	32,1	32,4	0,3	0,35	0:58	58	11,54	88,46
4	31,12	31,3	0,18	0,21	0:19	19	6,92	93,08

Tab. I.34 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 40/60 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,99	32,98	0,99	1,14	10:41	641	38,08	61,92
1	31,48	32,04	0,56	0,65	3:45	225	21,54	78,46
2	31,68	31,87	0,19	0,22	0:33	33	7,31	92,69
4	32	32,11	0,11	0,13	0:28	28	4,23	95,77

Tab. I.35 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 40/60 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,47	32,54	1,07	1,24	18:13	1093	41,15	58,85
1	31,71	32,2	0,49	0,57	4:16	256	18,85	81,15
2	31,08	31,27	0,19	0,22	1:18	78	7,31	92,69
4	30,99	31,12	0,13	0,15	0:29	29	5	95

Tab. I.36 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL Alfa 2T

6,7 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,29	31,92	0,63	0,73	3:53	233	24,23	75,77
1	31,14	31,56	0,42	0,49	2:41	161	16,15	83,85
2	31,21	31,44	0,23	0,27	1:06	66	8,85	91,15
4	30,92	31,13	0,21	0,24	0:23	23	8,08	91,92

Tab. I.37 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,77	31,46	0,69	0,8	5:11	311	26,54	73,46
1	31,22	31,64	0,42	0,49	2:53	173	16,15	83,85
2	30,04	30,28	0,24	0,28	1:00	60	9,23	90,77
4	31,18	31,3	0,12	0,14	0:23	23	4,62	95,38

Tab. I.38 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,85	32,08	1,23	1,42	8:31	511	47,31	52,69
1	31,52	31,81	0,29	0,34	2:24	144	11,15	88,85
2	31,42	31,59	0,17	0,2	1:09	69	6,54	93,46
4	30,62	30,71	0,09	0,1	0:36	36	3,46	96,54

Tab. I.39 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL Alfa 2T

6,7 dtex 80/20 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,74	31,29	0,55	0,64	3:27	207	21,15	78,85
1	31,4	31,78	0,38	0,44	2:29	149	14,62	85,38
2	31,08	31,33	0,25	0,29	0:42	42	9,62	90,38
4	30,97	31,17	0,2	0,23	0:18	18	7,69	92,31

Tab. I.40 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 80/20 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,92	31,33	0,41	0,47	2:28	148	15,77	84,23
1	30,91	31,21	0,3	0,35	1:31	91	11,54	88,46
2	30,7	30,98	0,28	0,32	0:56	56	10,77	89,23
4	31,46	31,6	0,14	0,16	0:30	30	5,39	94,61

Tab. I.41 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

6,7 dtex 80/20 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,38	31,72	0,34	0,39	3:32	212	13,08	86,92
1	30,88	31,17	0,29	0,34	2:06	126	11,15	88,85
2	31,1	31,28	0,18	0,21	1:08	68	6,92	93,08
4	31,22	31,3	0,08	0,09	0:31	31	3,08	96,92

Tab. I.42 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

MOGUL Alfa 2T

11 dtex 60/40 100 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	30,82	31,71	0,89	1,03	10:47	647	34,23	65,77
1	30,61	31,12	0,51	0,59	4:18	258	19,62	80,38
2	30,97	31,46	0,49	0,57	0:54	54	18,85	81,15
4	31,17	31,35	0,18	0,21	0:16	16	6,92	93,08

Tab. I.43 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

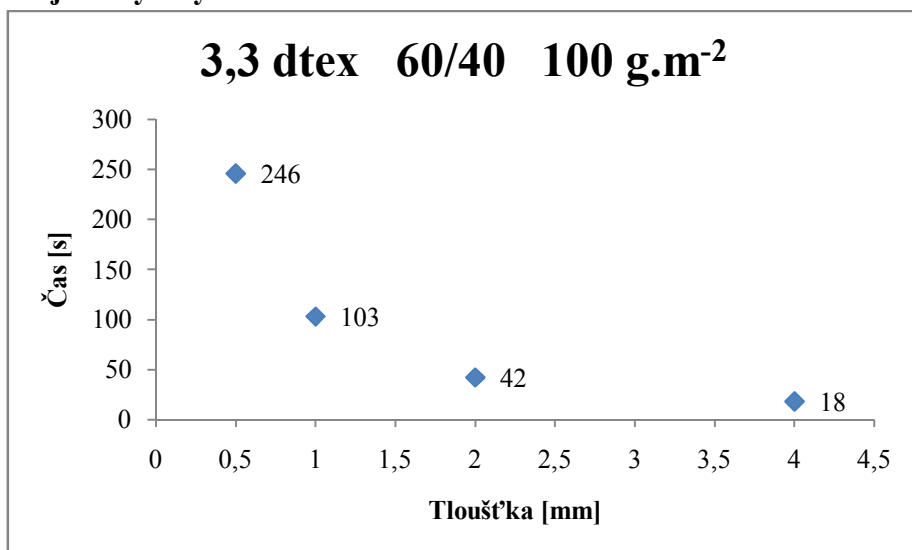
11 dtex 60/40 200 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,28	32,06	0,78	0,9	11:05	665	30	70
1	31,6	32,31	0,71	0,82	3:04	184	27,31	72,69
2	32,12	32,35	0,23	0,27	1:44	104	8,85	91,15
4	30,76	30,89	0,13	0,15	0:15	15	5	95

Tab. I.44 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

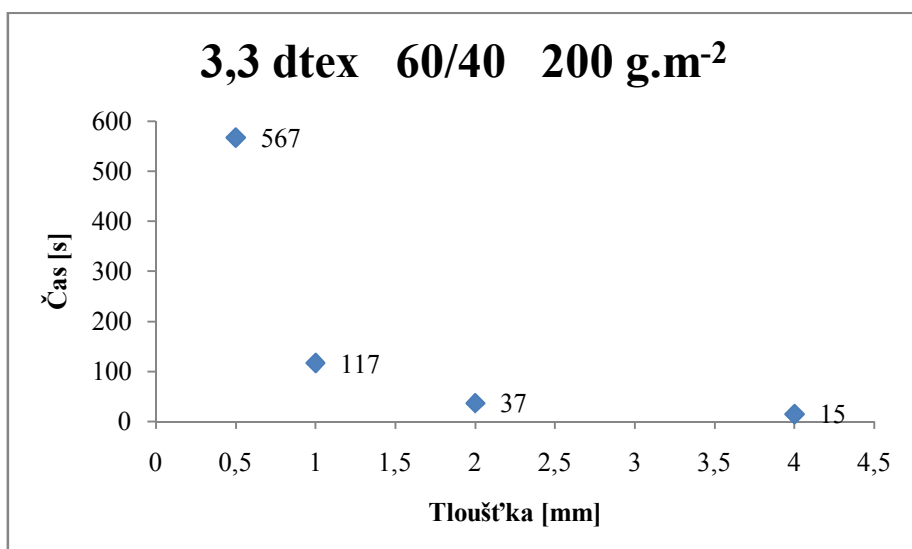
11 dtex 60/40 300 g.m ⁻²								
tloušťka [mm]	filtr. papír před [g]	filtr. papír po [g]	rozdíl [g]	rozdíl [ml]	čas [min:sek]	čas [sek]	zachyceno papír [%]	zachyceno NT [%]
0,5	31,17	31,92	0,75	0,87	12:41	761	28,85	71,15
1	31,21	31,52	0,31	0,36	2:18	138	11,92	88,08
2	31,07	31,26	0,19	0,22	0:34	34	7,31	92,69
4	31,11	31,2	0,09	0,1	0:12	12	3,46	96,54

Tab. I. 45 Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

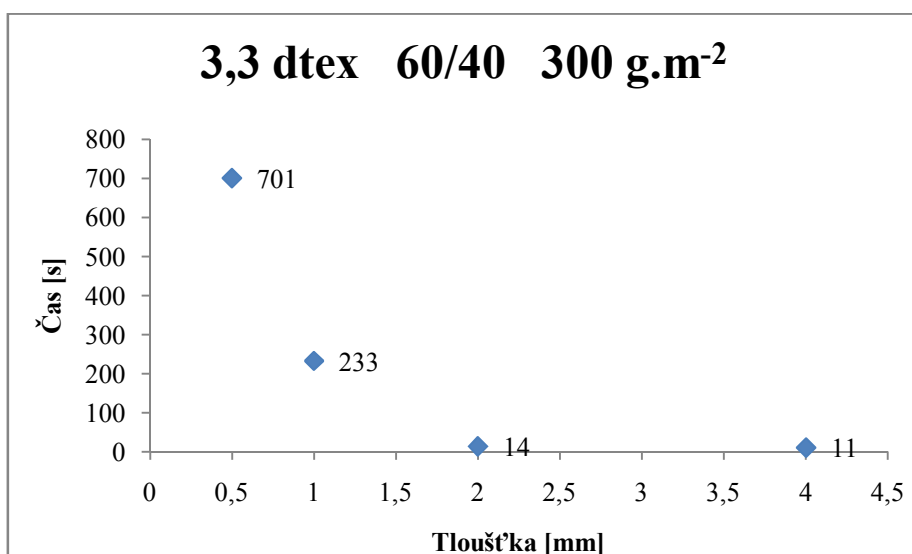
Olej vazný bílý



Graf č.II.1 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

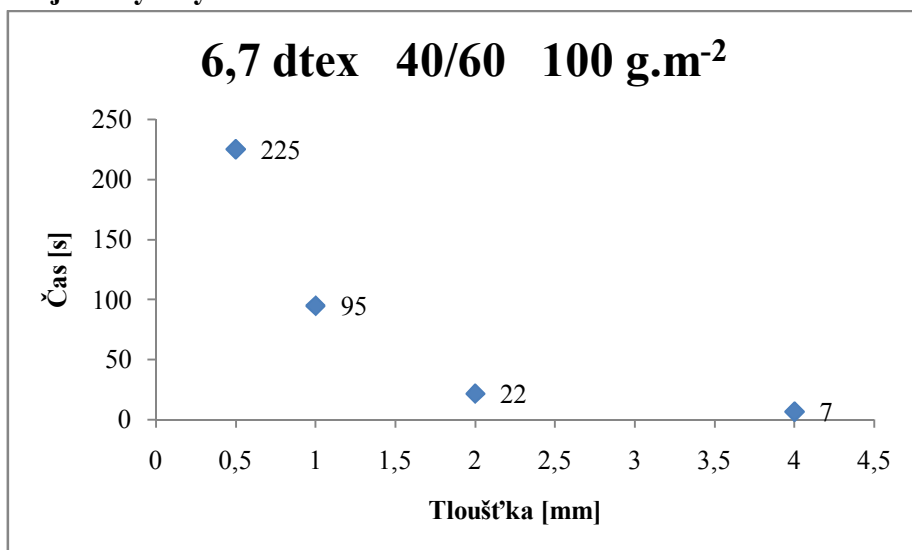


Graf č.II.2 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

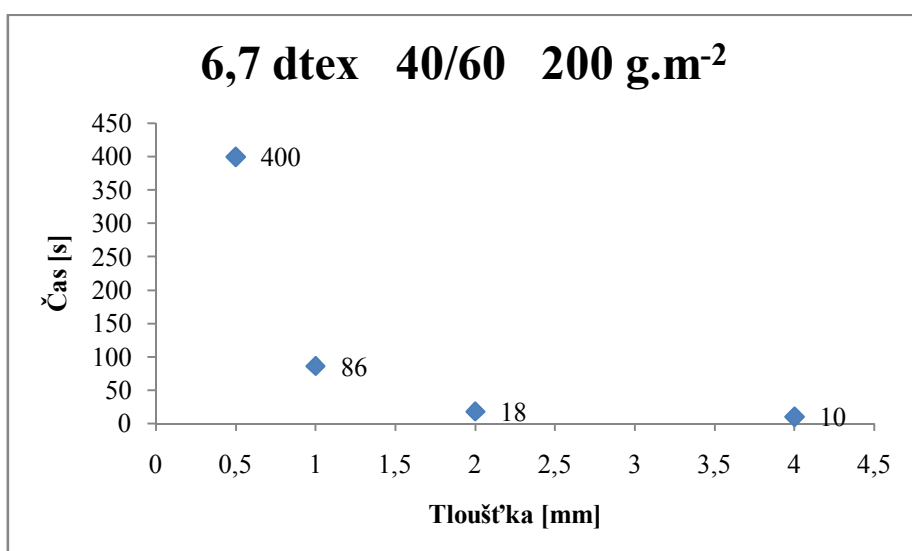


Graf č.II.3 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

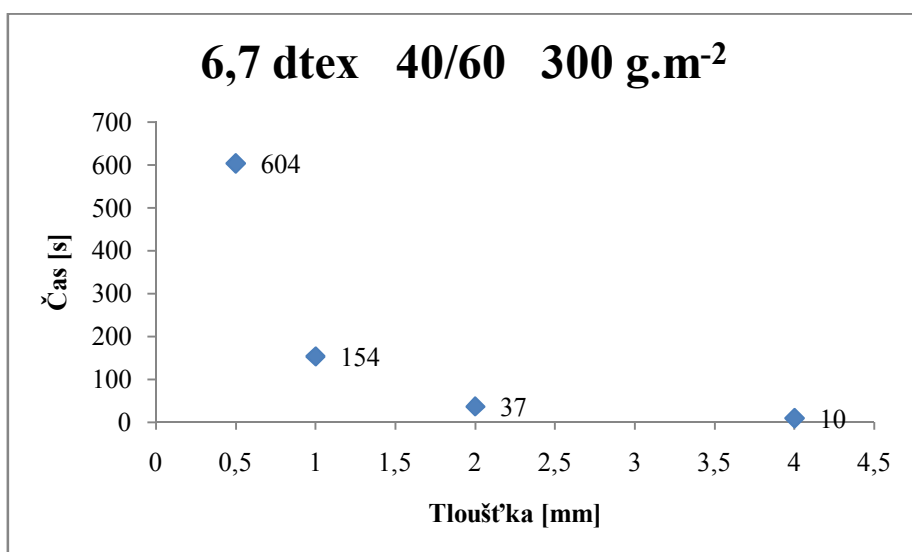
Olej vazný bílý



Graf č.II.4 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

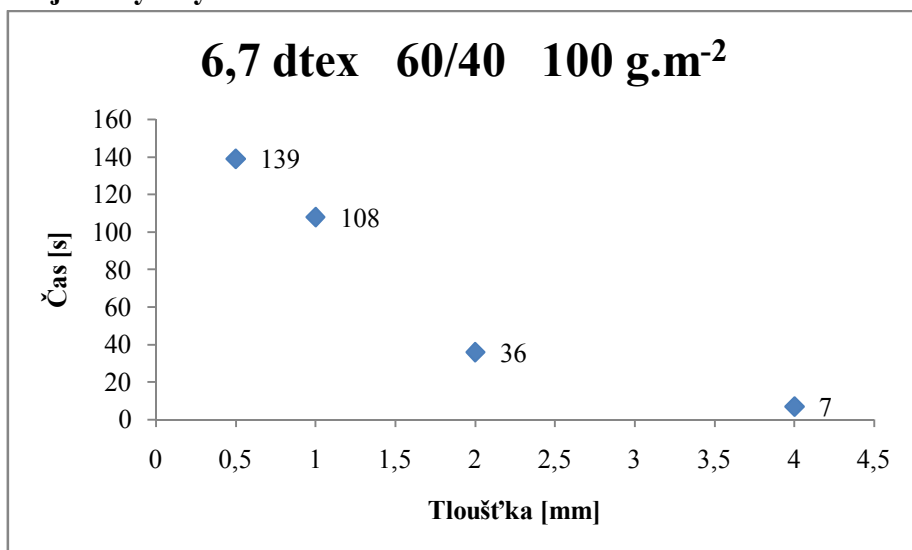


Graf č.II.5 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

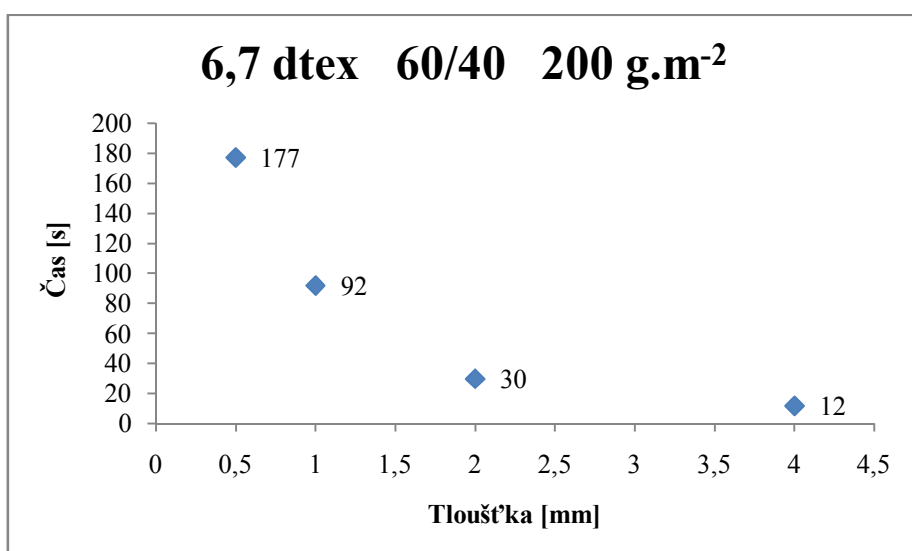


Graf č.II.6 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

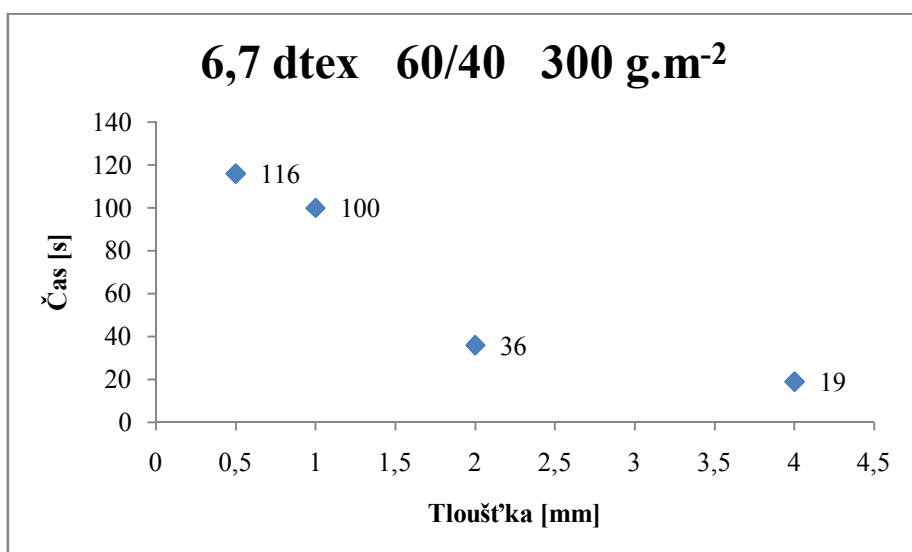
Olej vazný bílý



Graf č.II.7 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

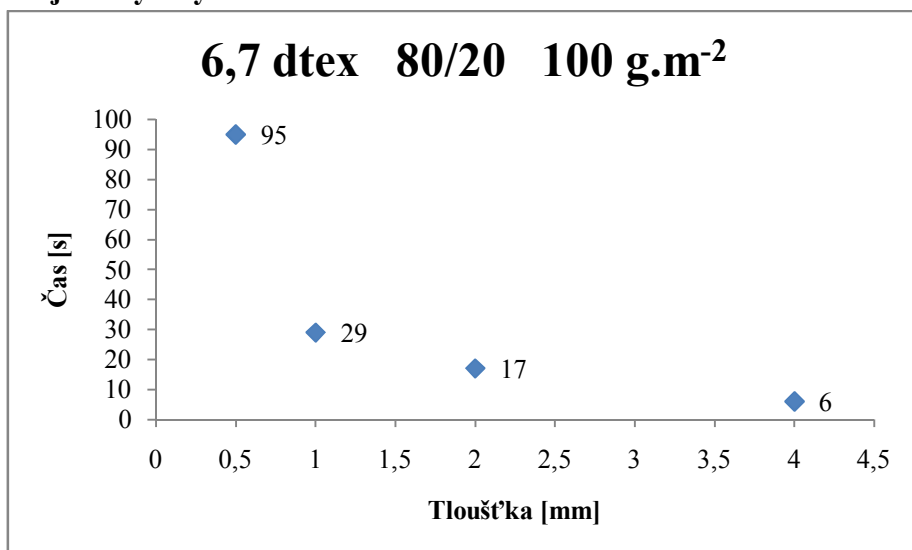


Graf č.II.8 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

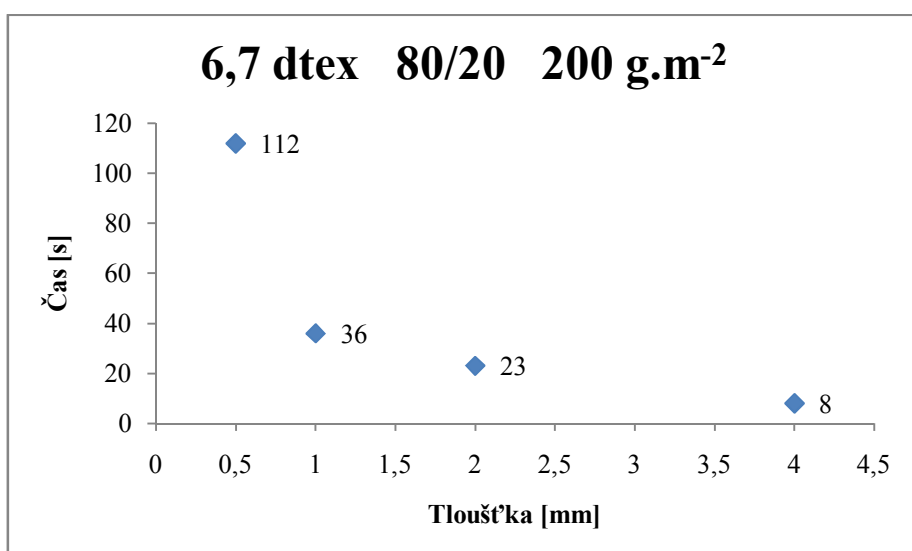


Graf č.II.9 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

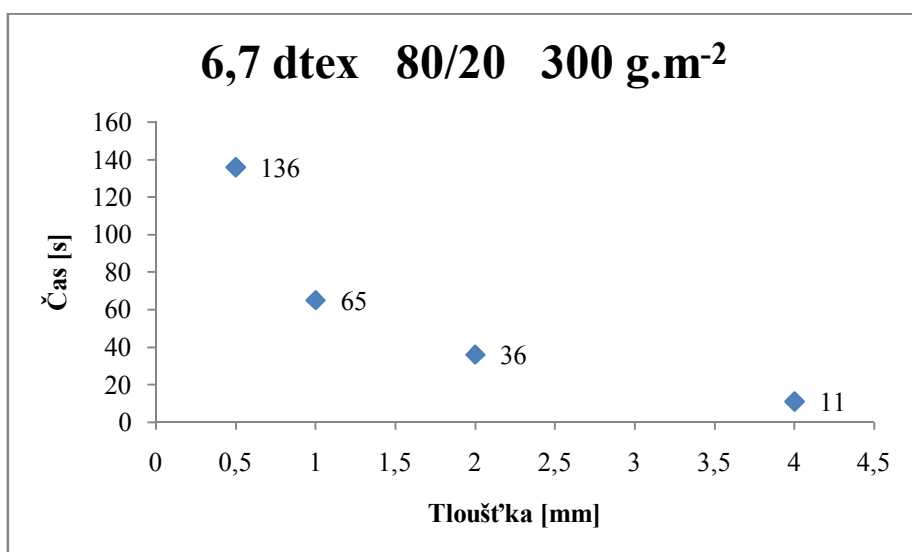
Olej vazný bílý



Graf č.II.10 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

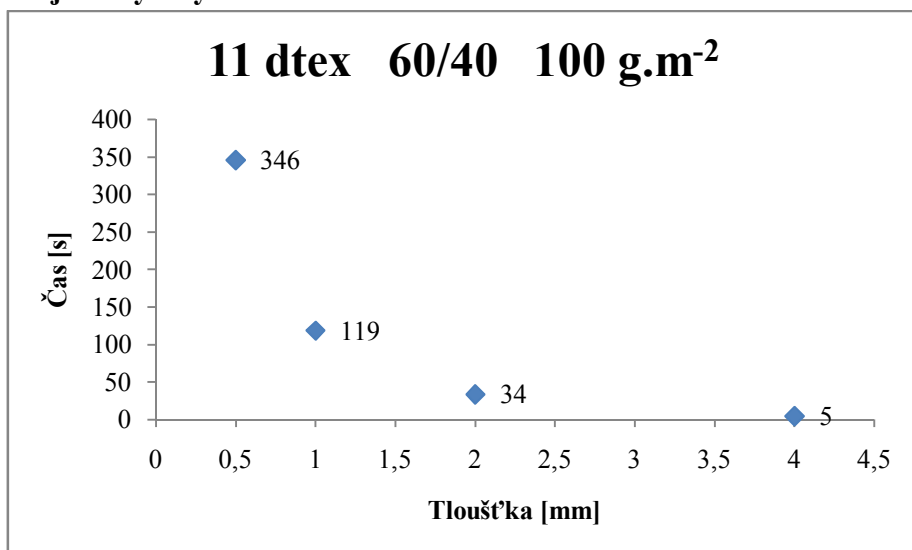


Graf č.II.11 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

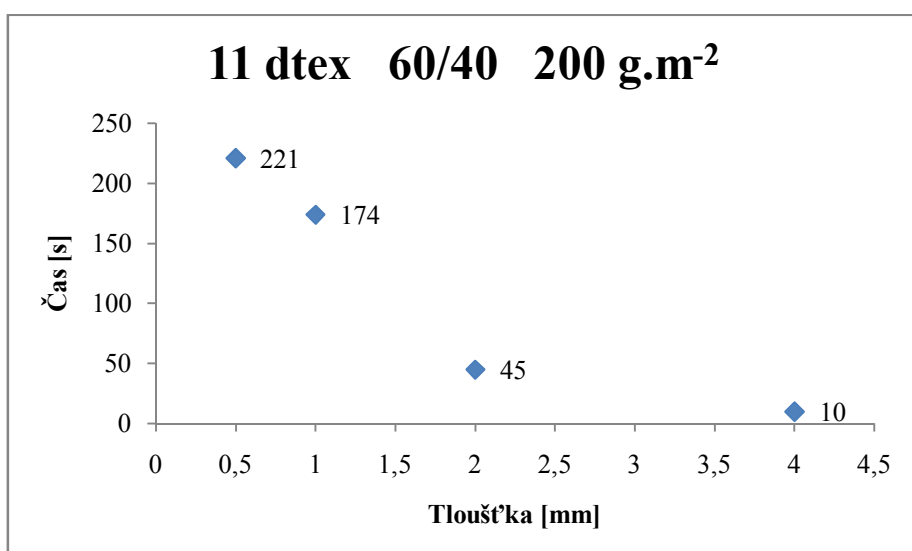


Graf č.II.12 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

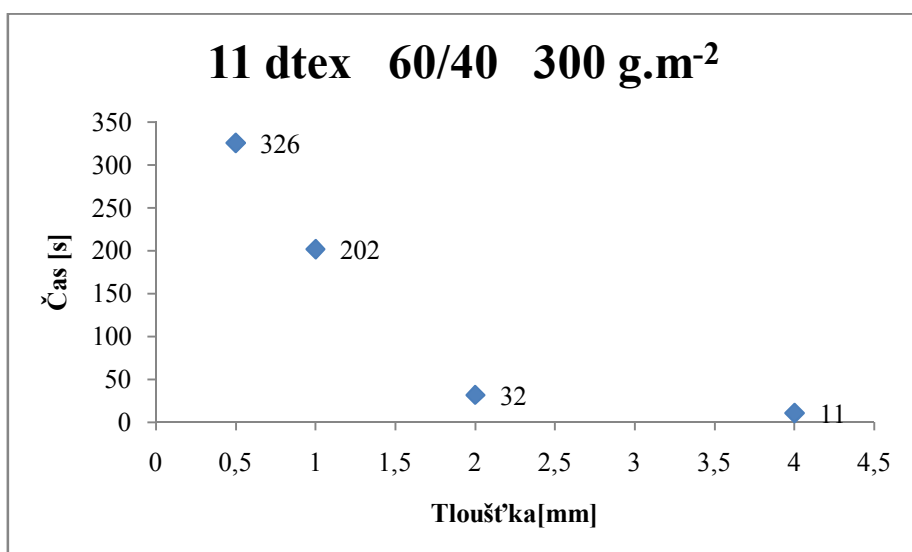
Olej vazný bílý



Graf č.II.13 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

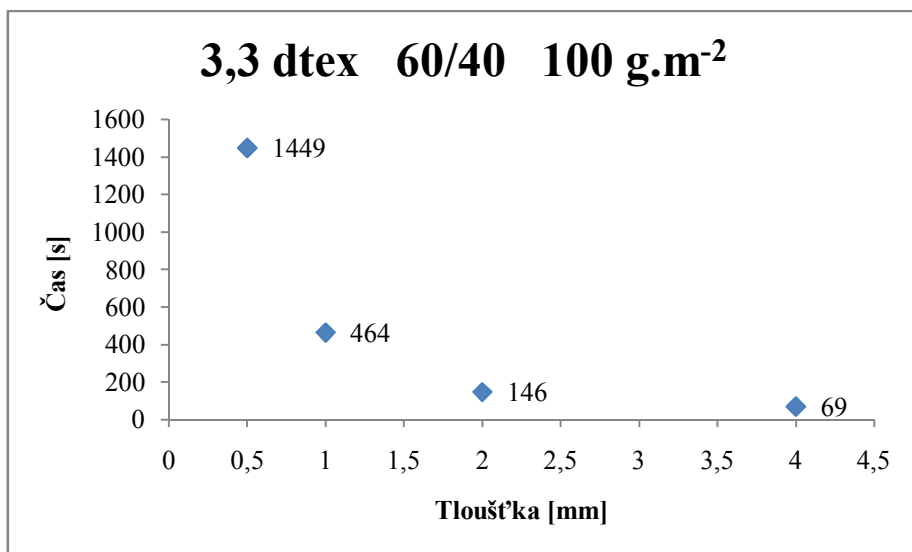


Graf č.II.14 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

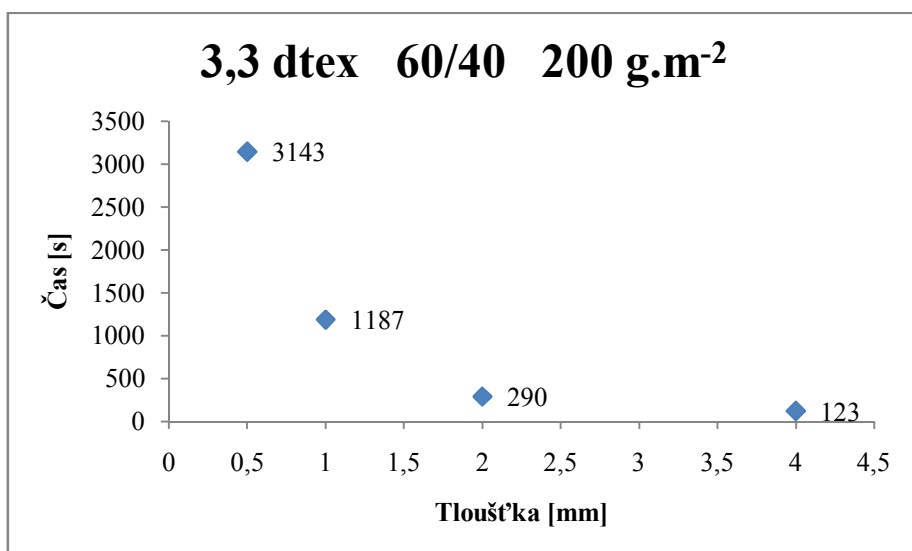


Graf č.II.15 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

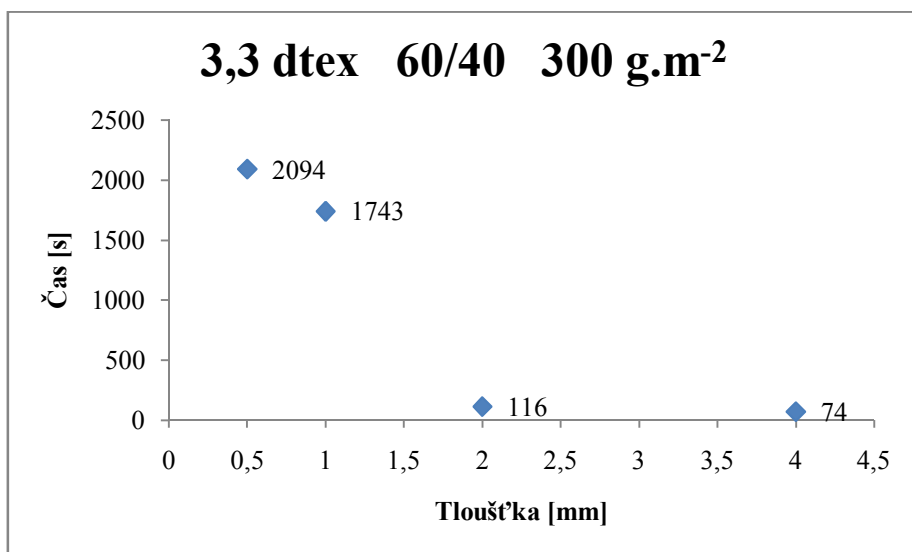
MOGUL M6AD



Graf č.II.16 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

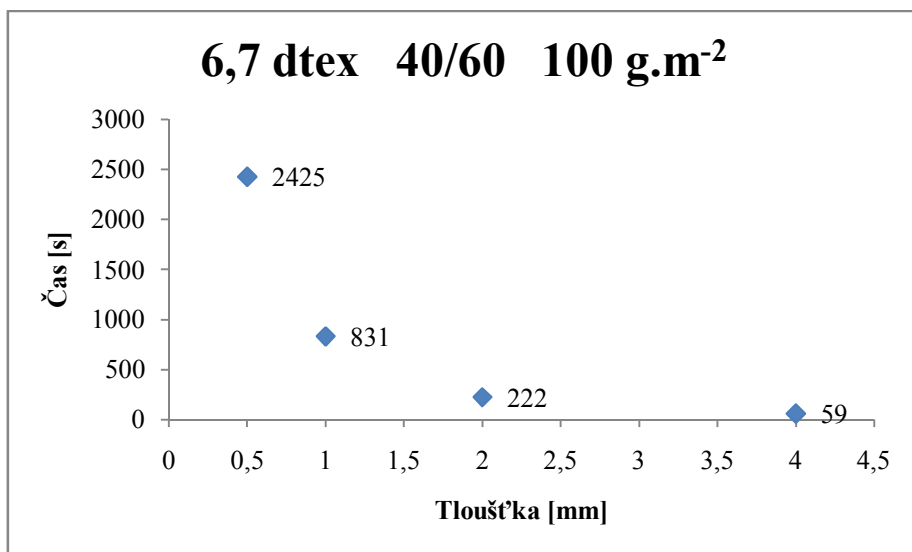


Graf č.II.17 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

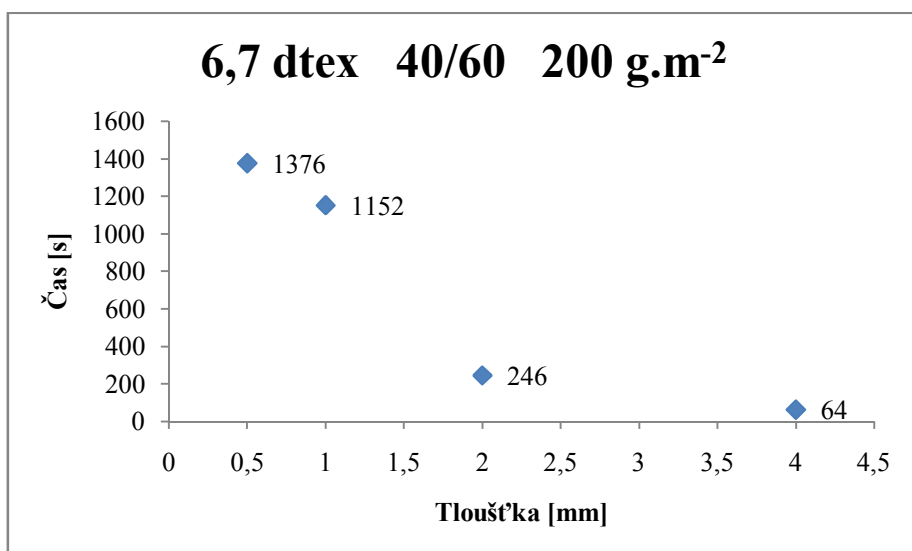


Graf č.II.18 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

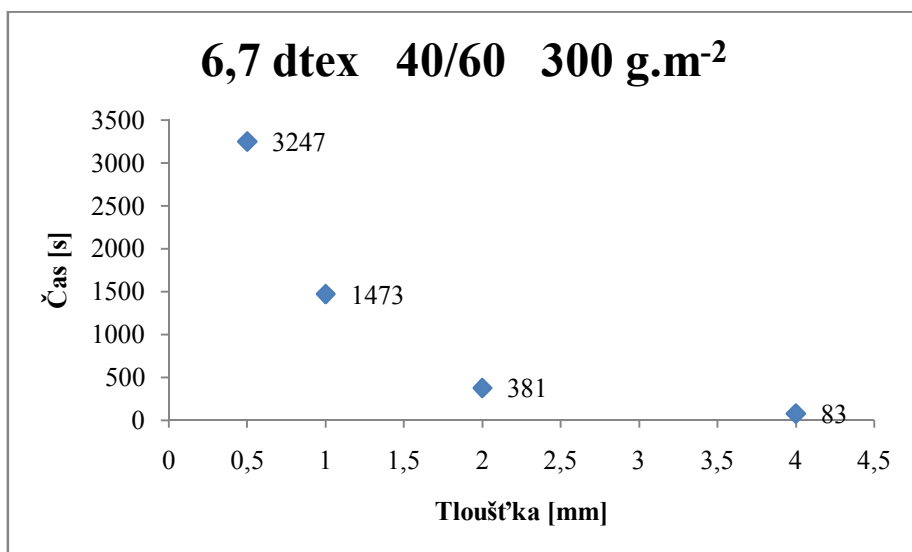
MOGUL M6AD



Graf č.II.19 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

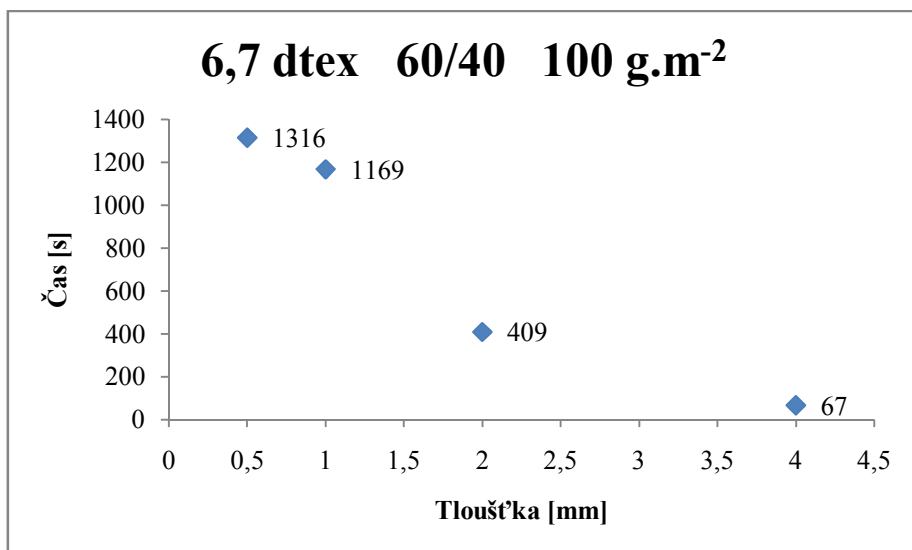


Graf č.II.20 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

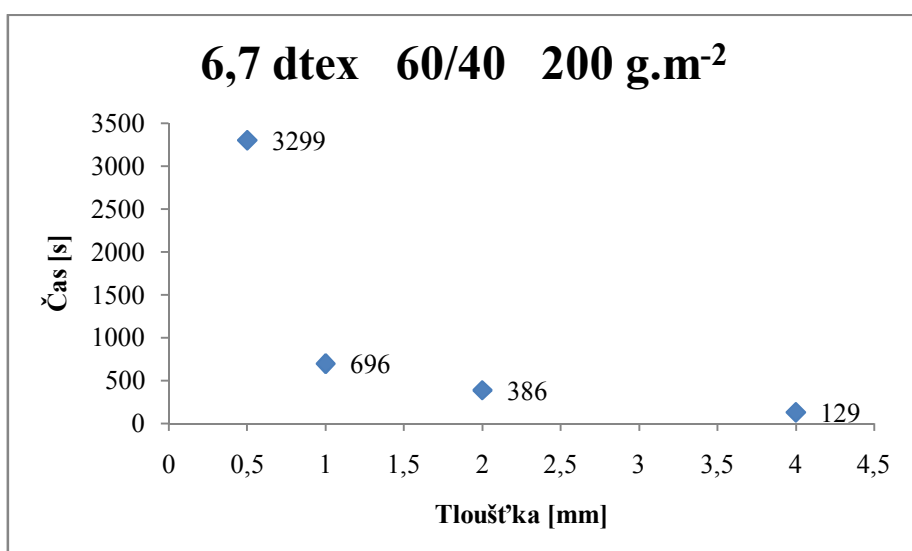


Graf č.II.21 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

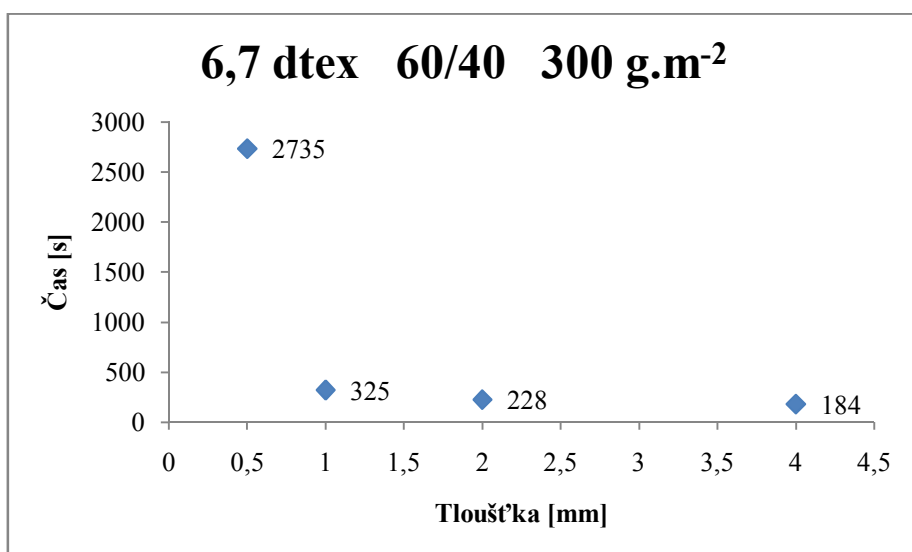
MOGUL M6AD



Graf č.II.22 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

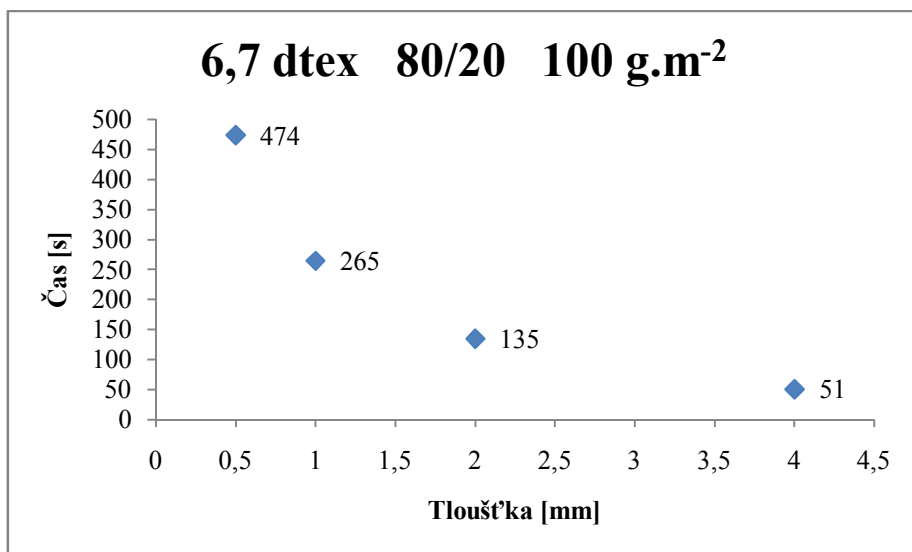


Graf č.II.23 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

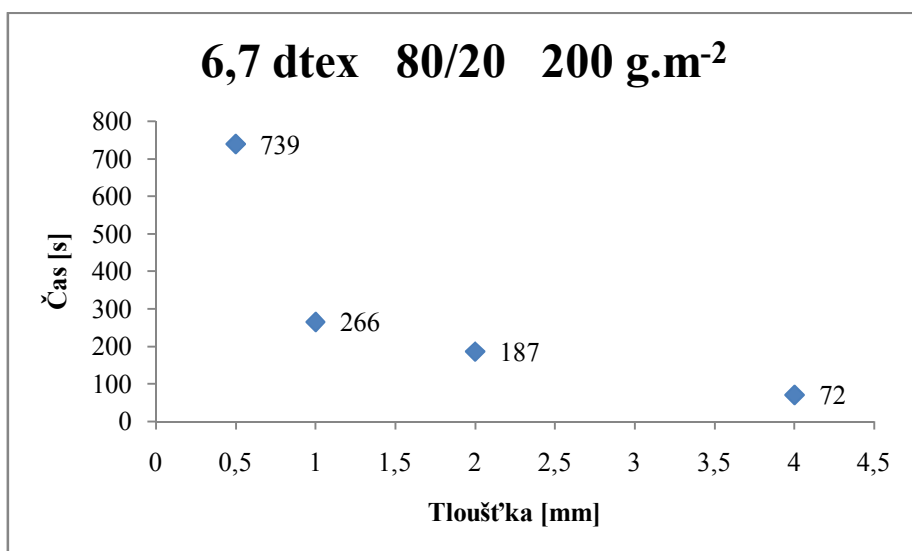


Graf č.II.24 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

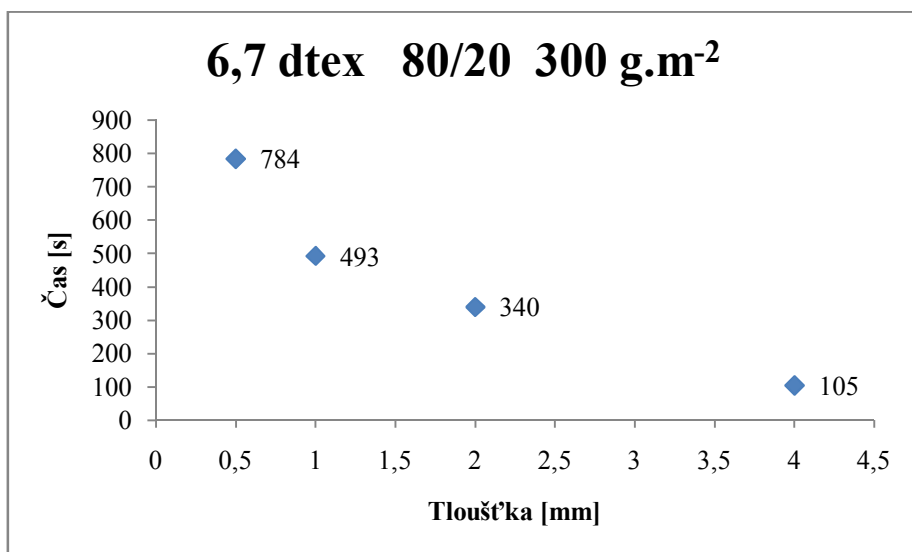
MOGUL M6AD



Graf č.II.25 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

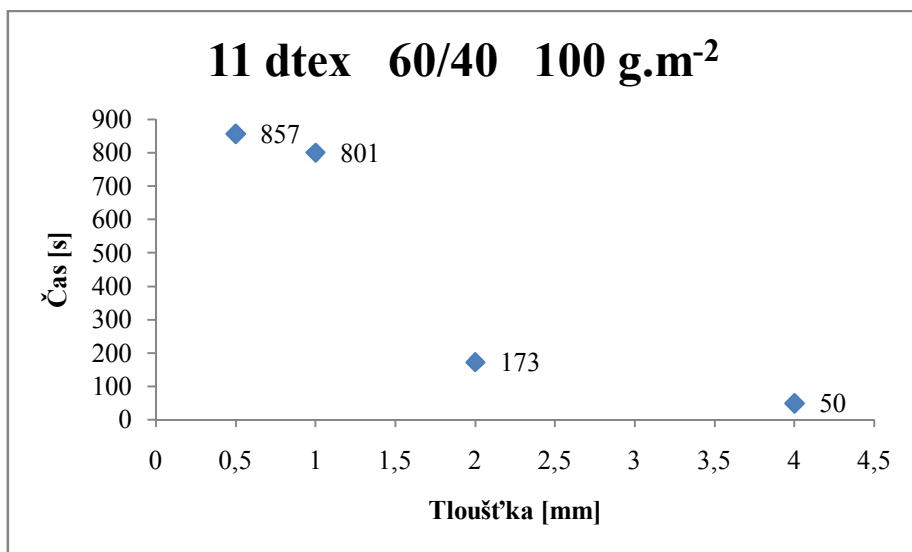


Graf č.II.26 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

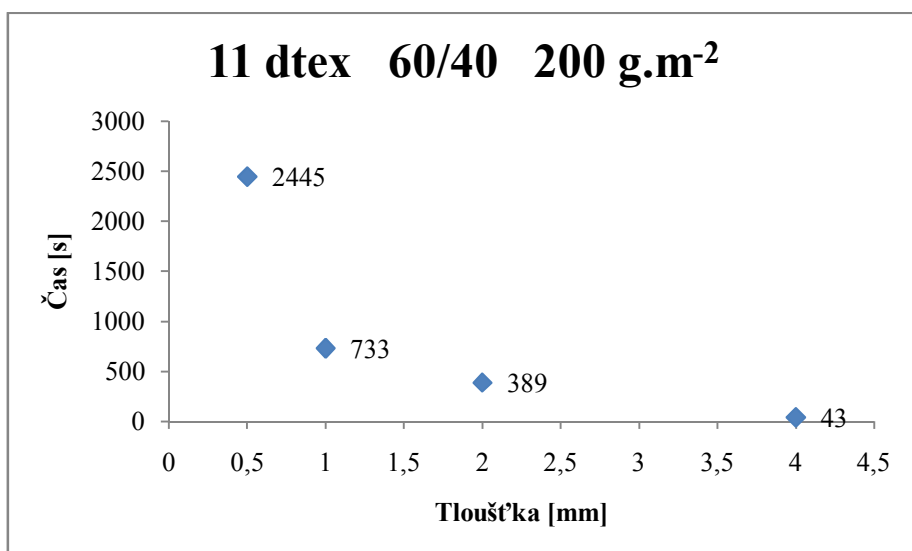


Graf č.II.27 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

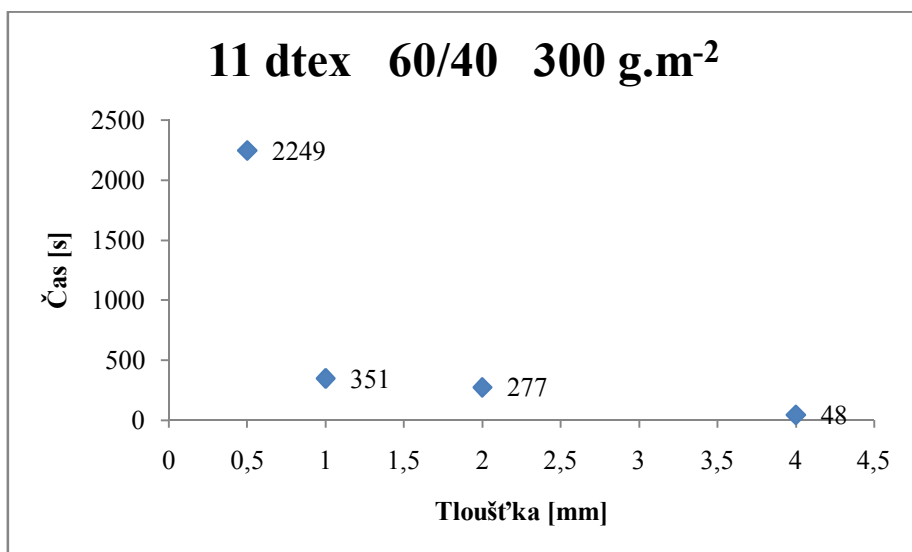
MOGUL M6AD



Graf č.II.28 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

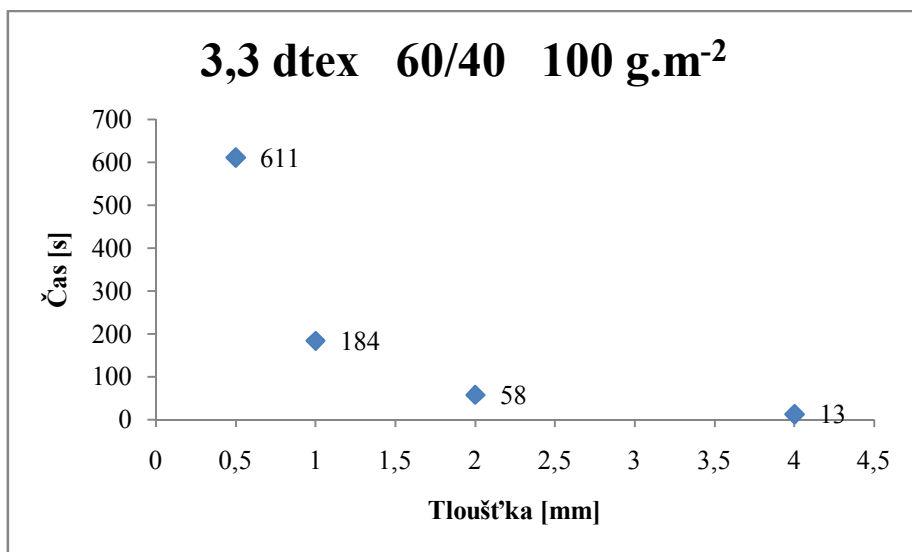


Graf č.II.29 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

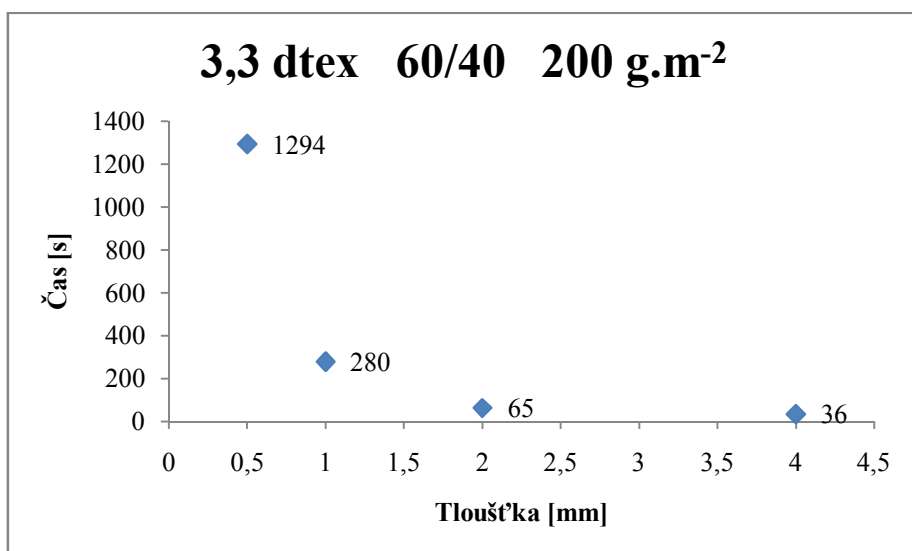


Graf č.II.30 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

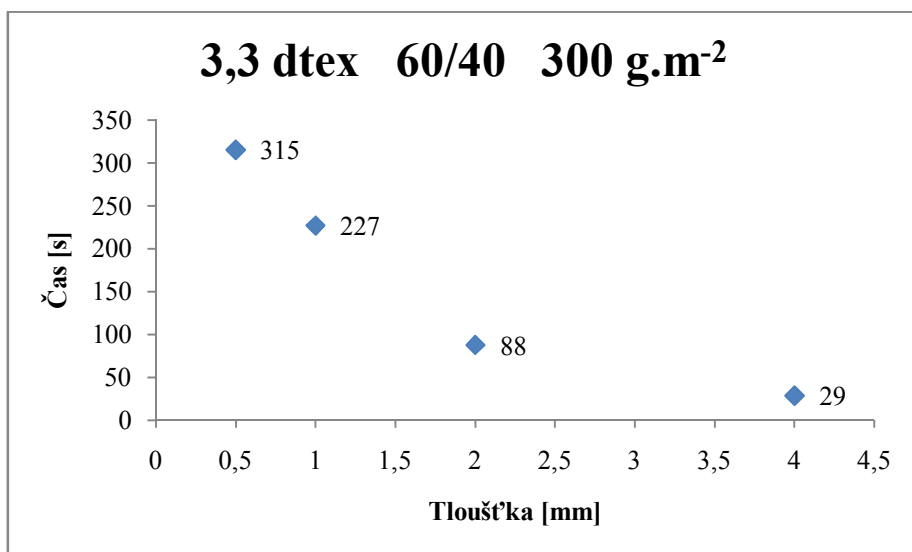
MOGUL Alfa 2T



Graf č.II.31 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

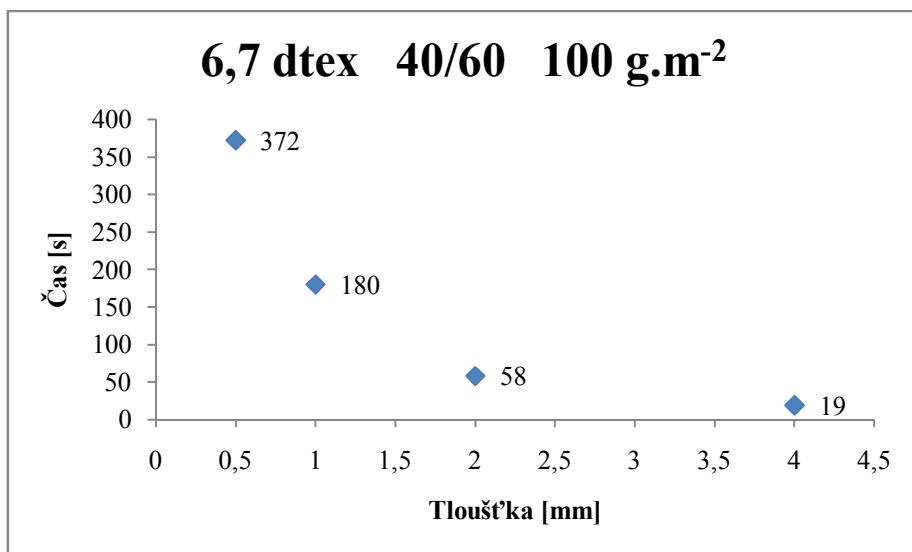


Graf č.II.32 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

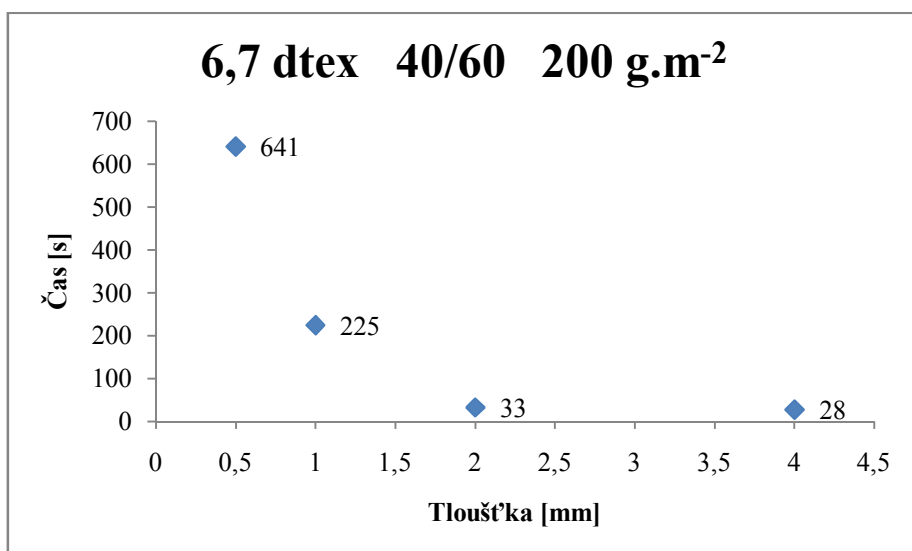


Graf č.II.33 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

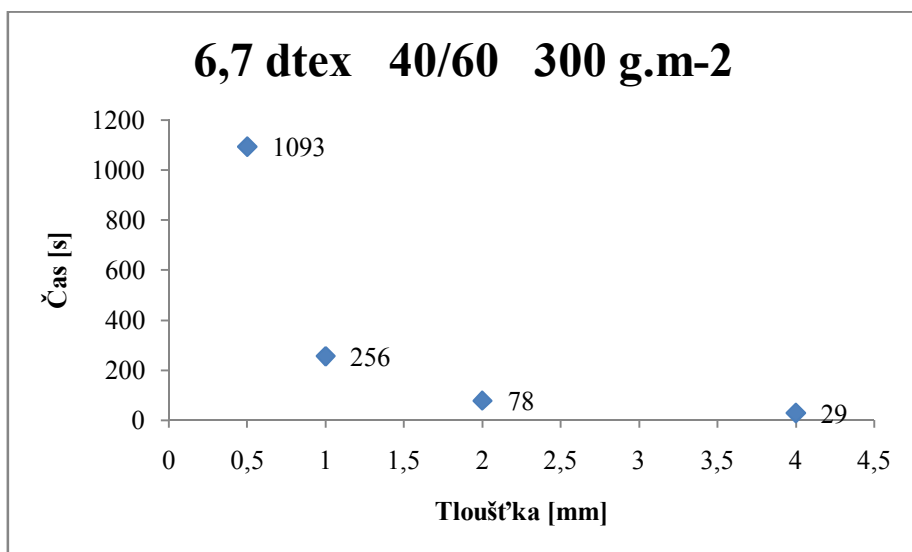
MOGUL Alfa 2T



Graf č.II.34 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

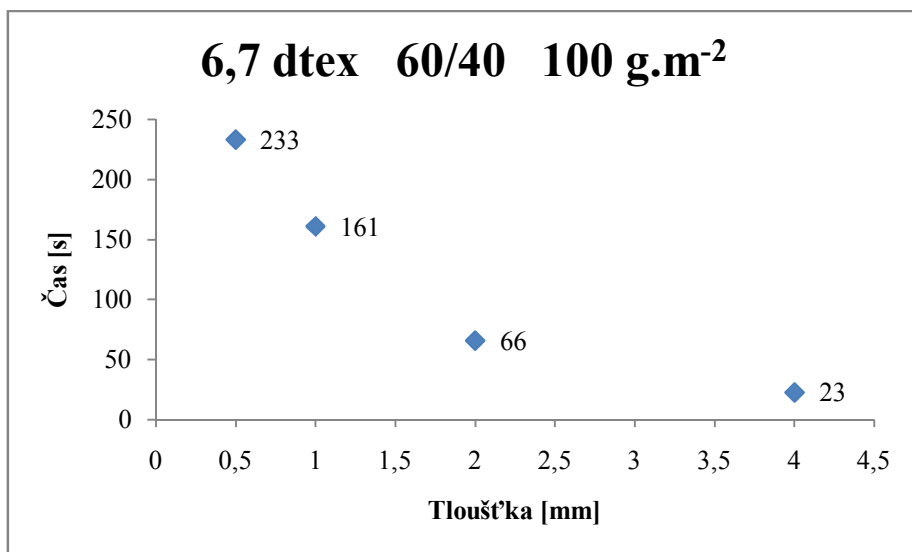


Graf č.II.35 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

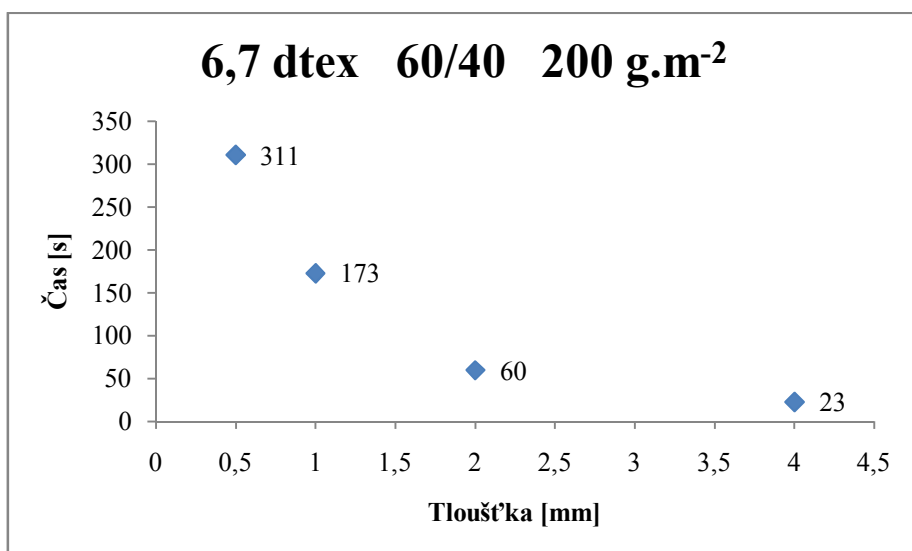


Graf č.II.36 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

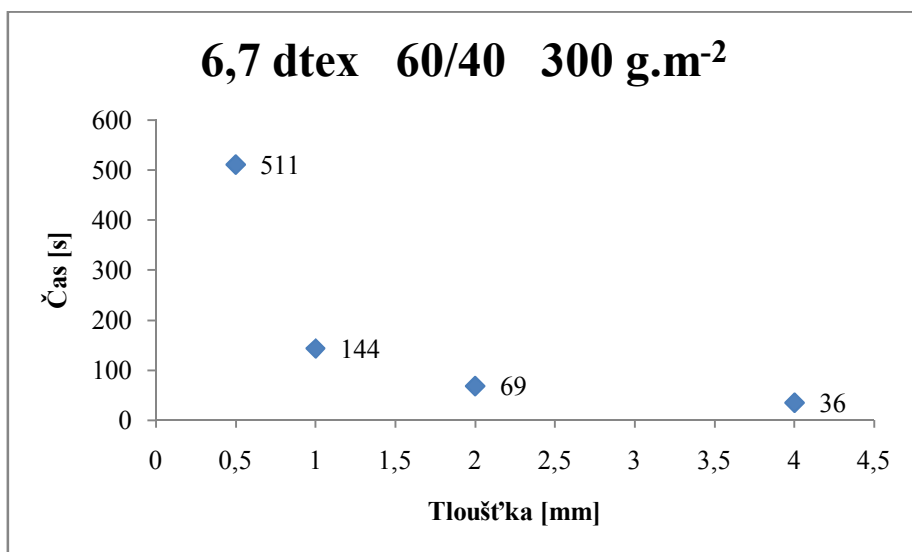
MOGUL Alfa 2T



Graf č.II.37 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

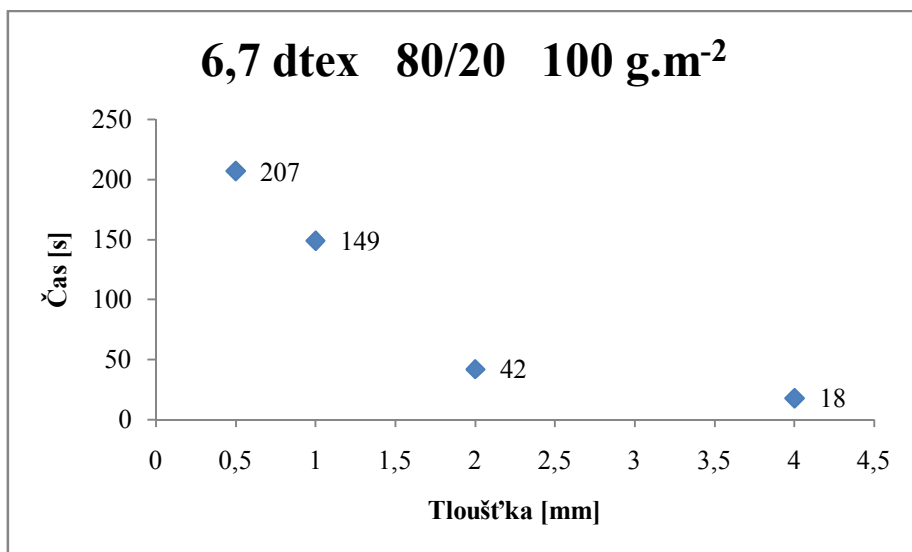


Graf č.II.38 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

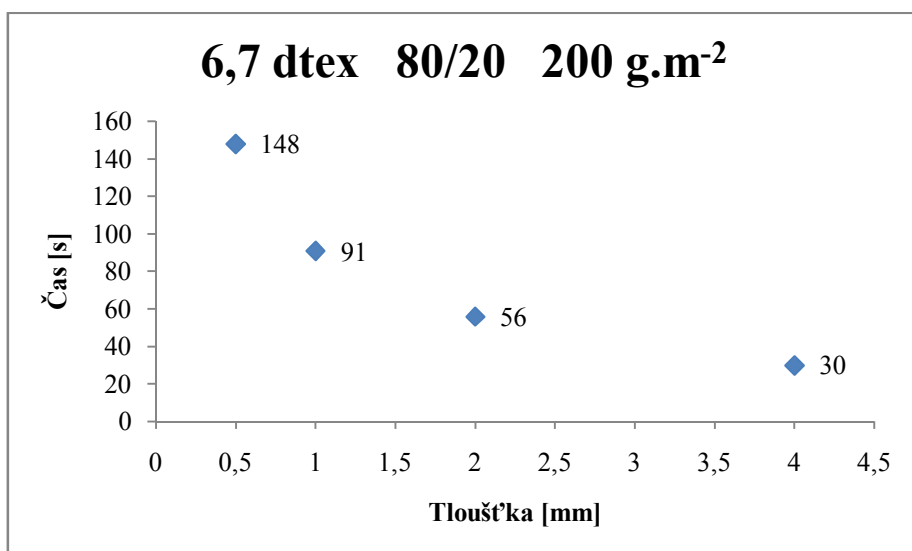


Graf č.II.39 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

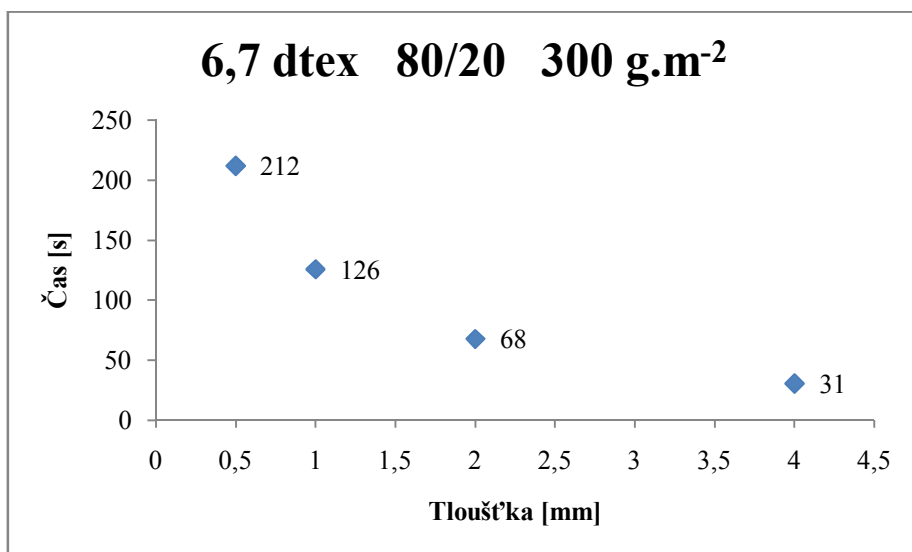
MOGUL Alfa 2T



Graf č.II.40 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

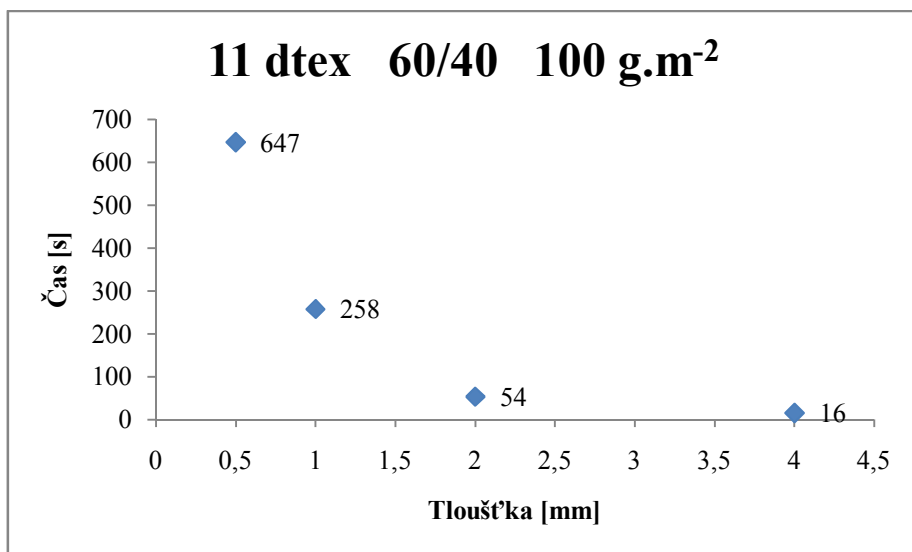


Graf č.II.41 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

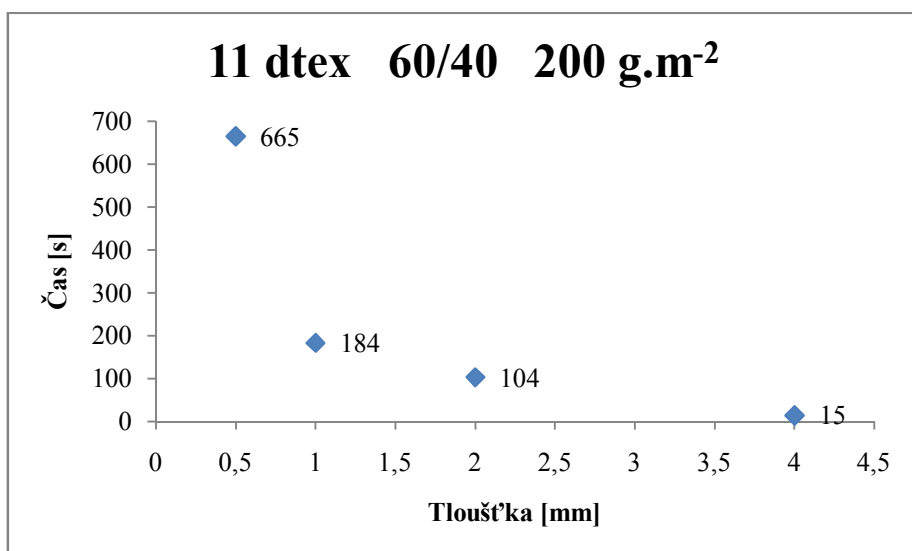


Graf č.II.42 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

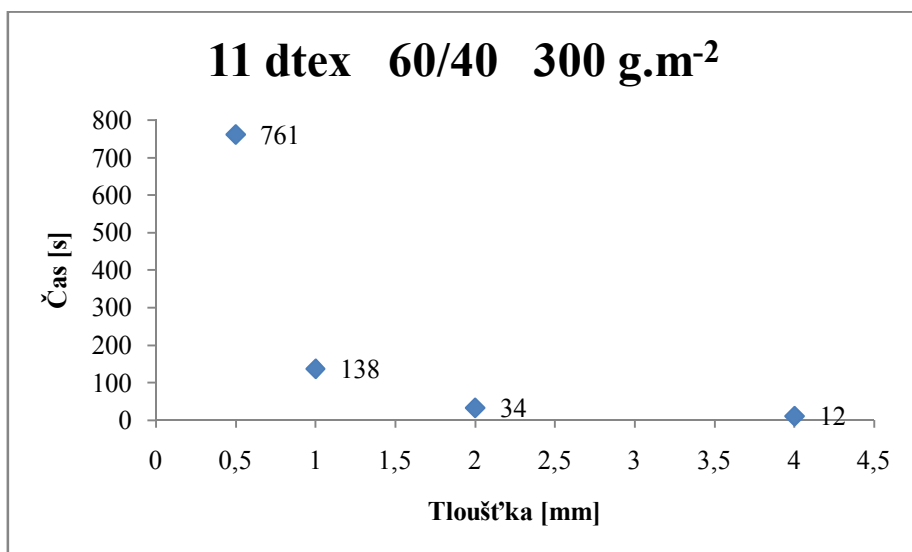
MOGUL Alfa 2T



Graf č.II.43 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

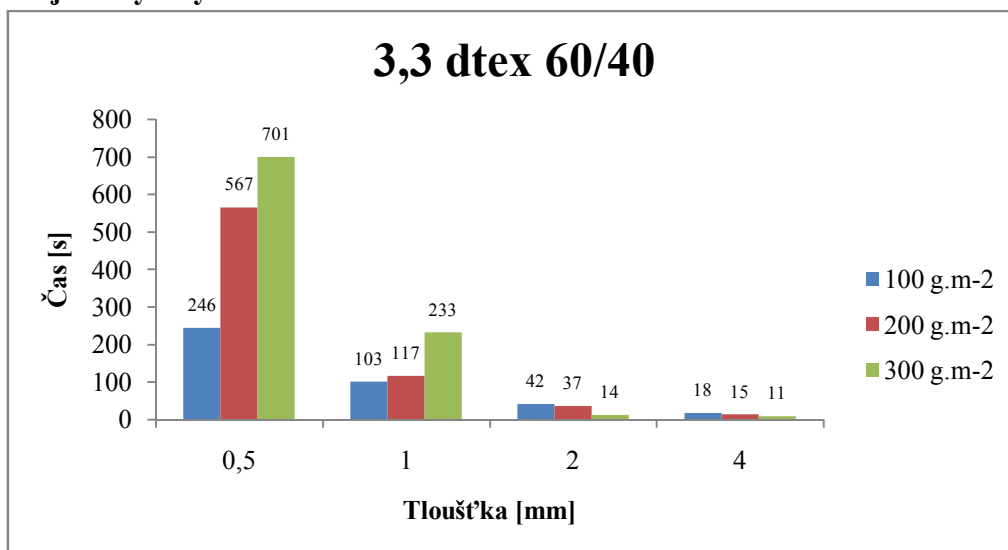


Graf č.II.44 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

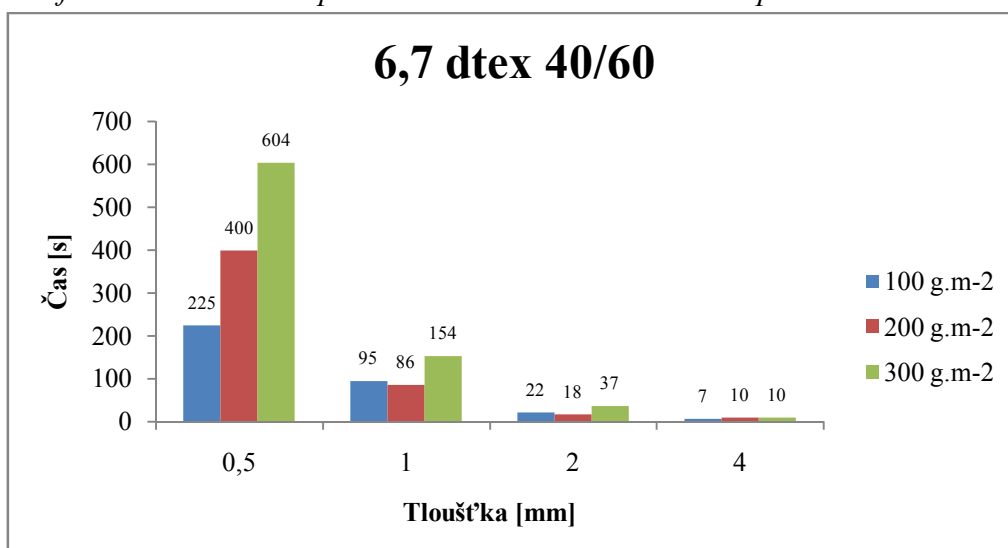


Graf č.II.45 Doba sorpce v závislosti na tloušťce materiálu

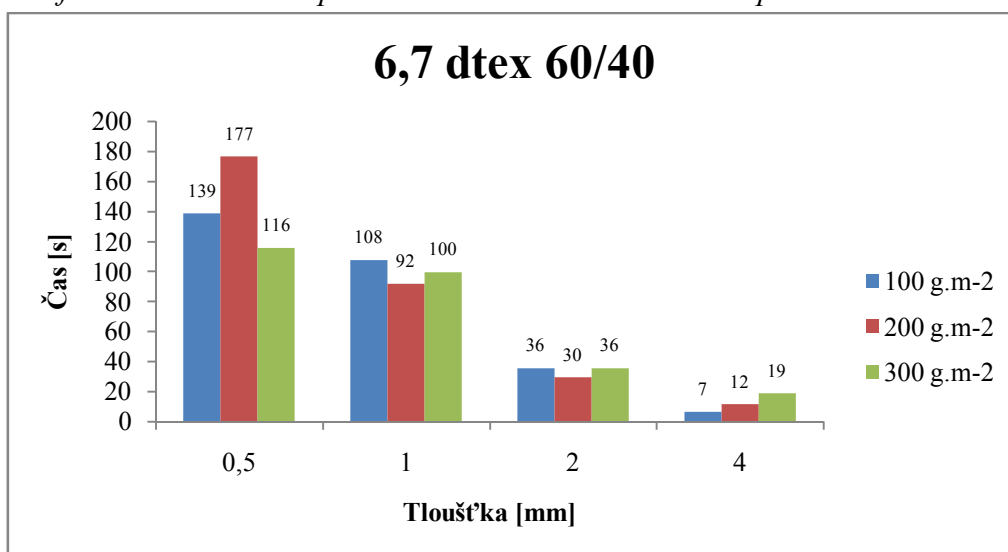
Olej vazný bílý



Graf č.III.1 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

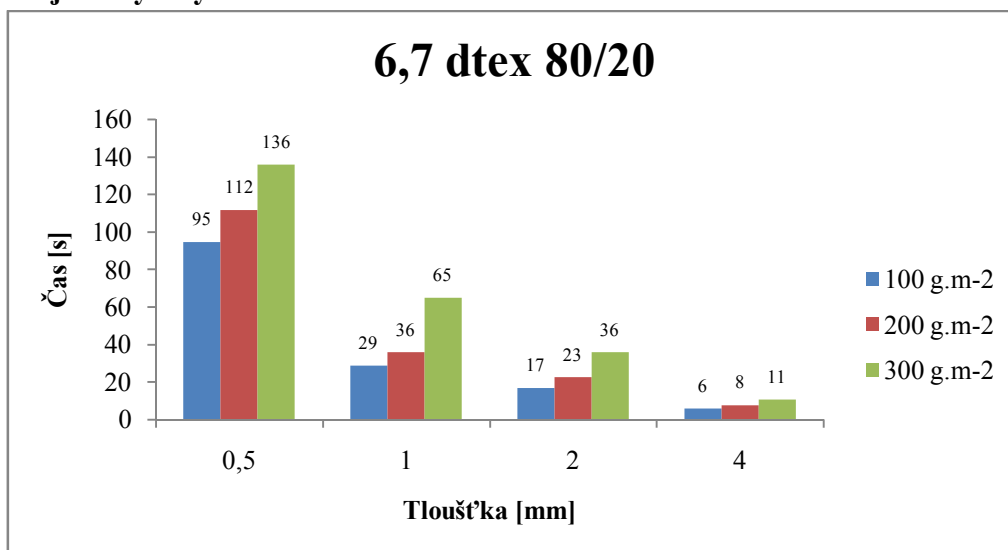


Graf č.III.2 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

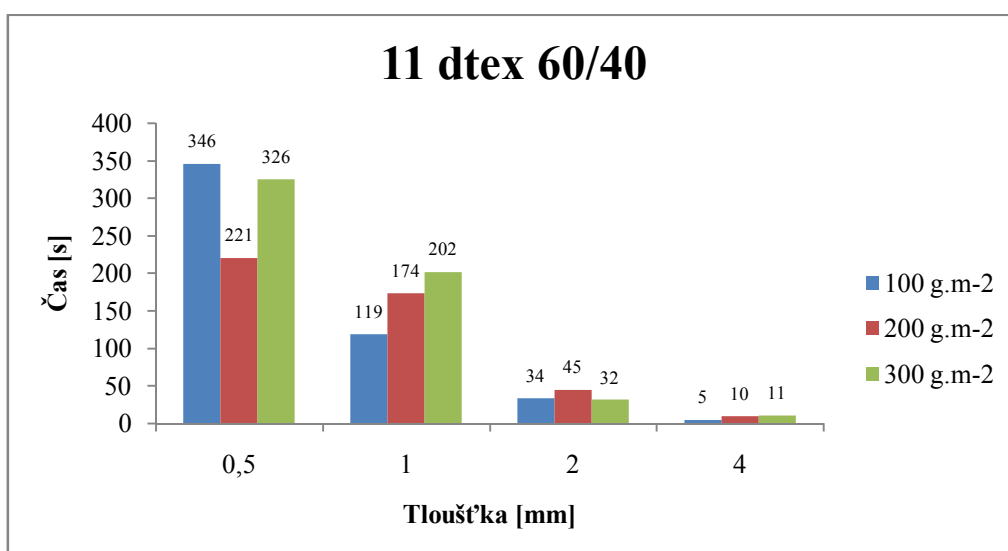


Graf č.III.3 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

Olej vazný bílý

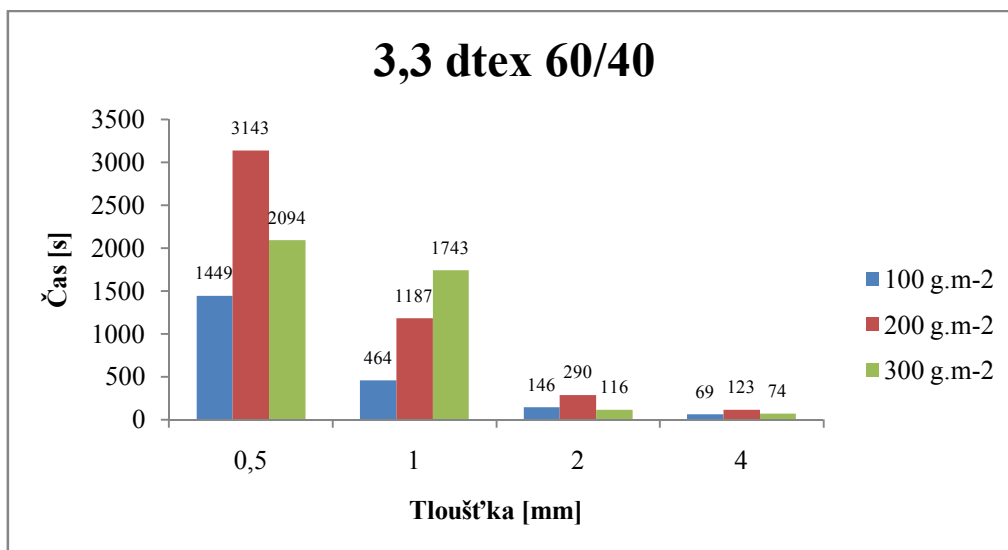


Graf č.III.4 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

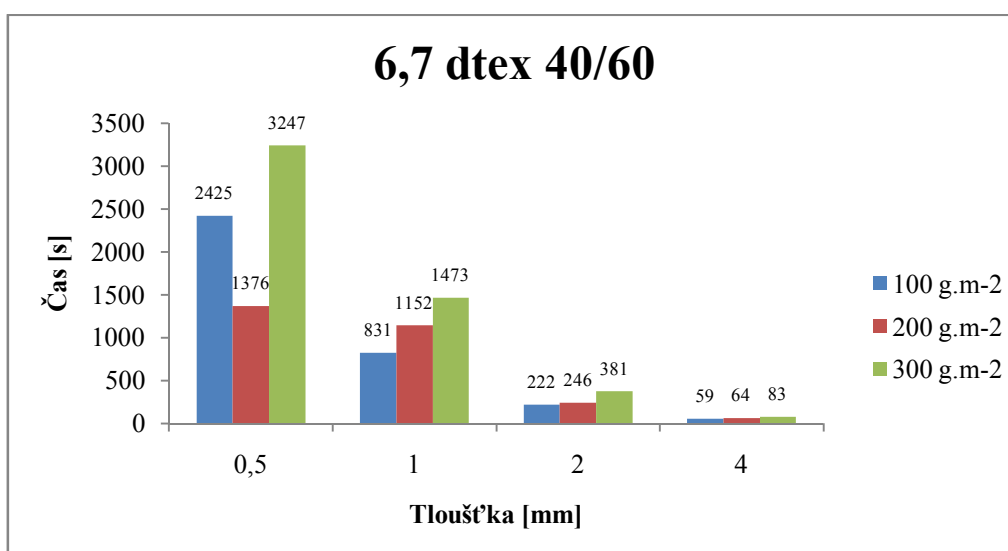


Graf č.III.5 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

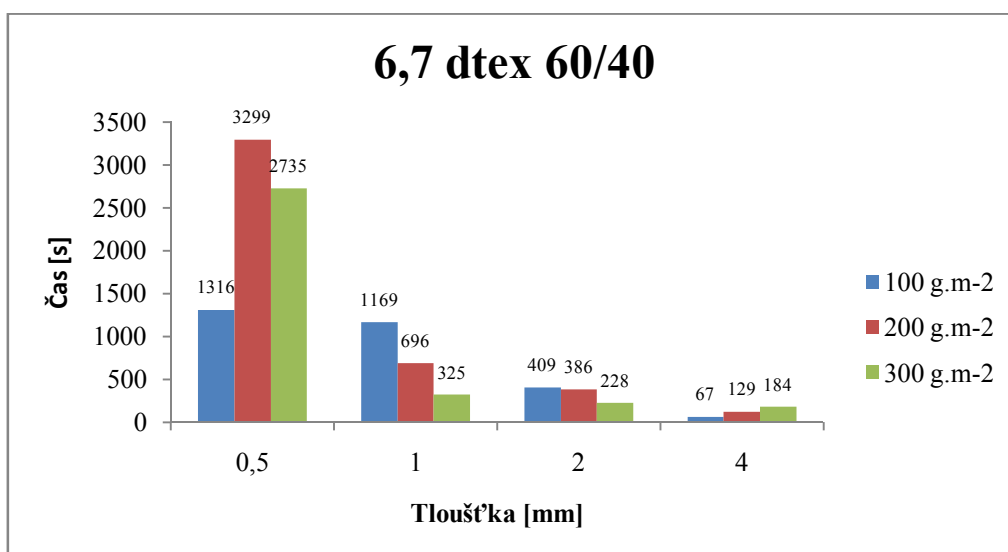
MOGUL M6AD



Graf č.III.6 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

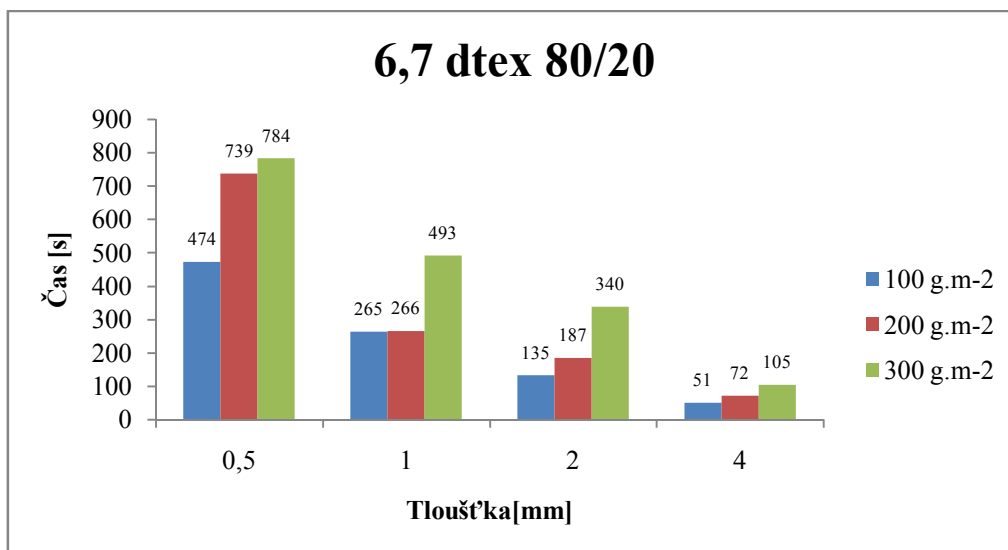


Graf č.III.7 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

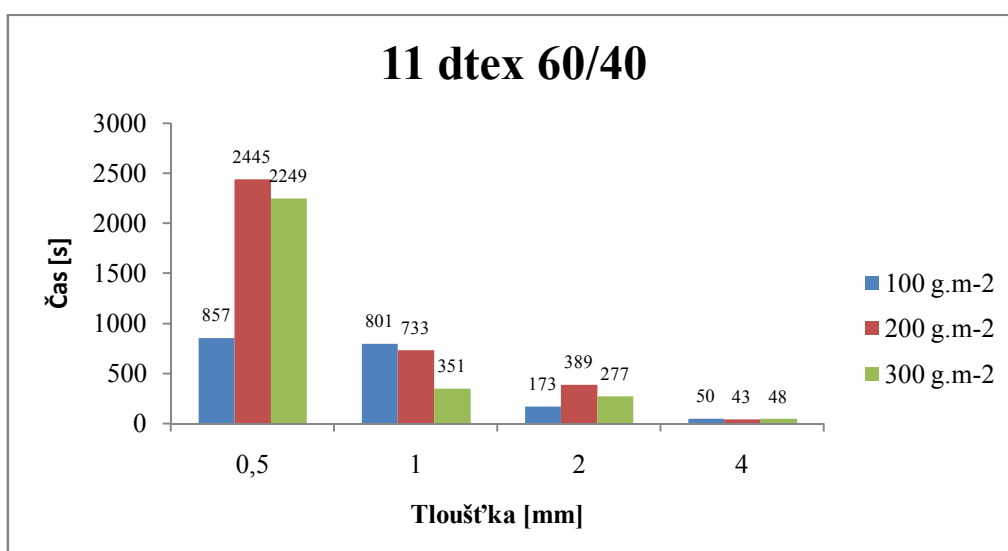


Graf č.III.8 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

MOGUL M6AD

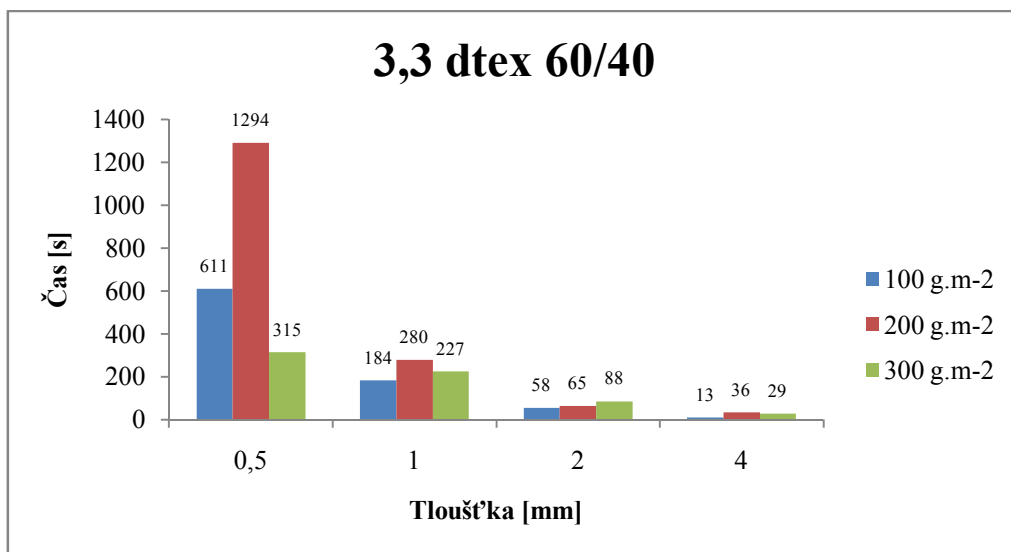


Graf č.III.9 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

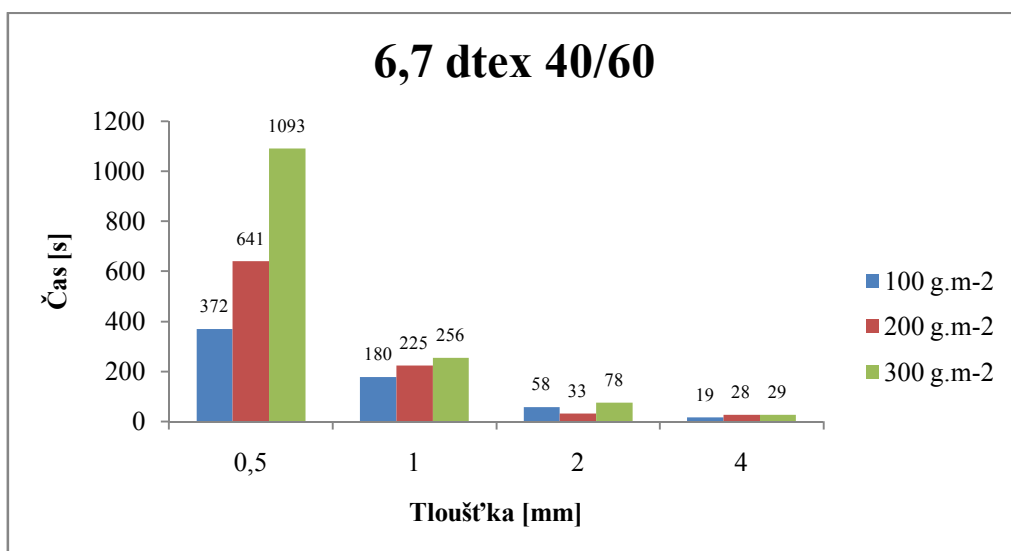


Graf č.III.10 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

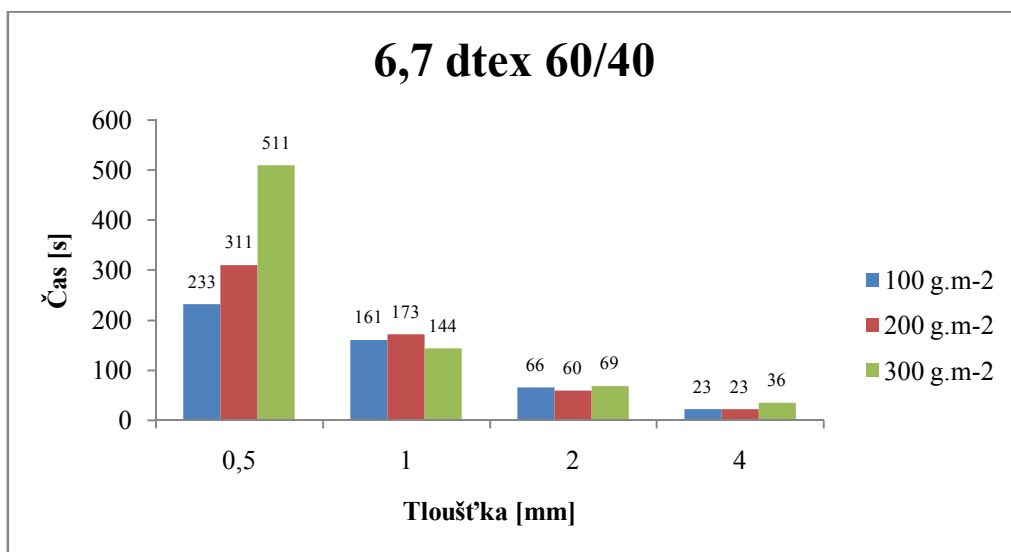
MOGUL Alfa 2T



Graf č.III.11 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

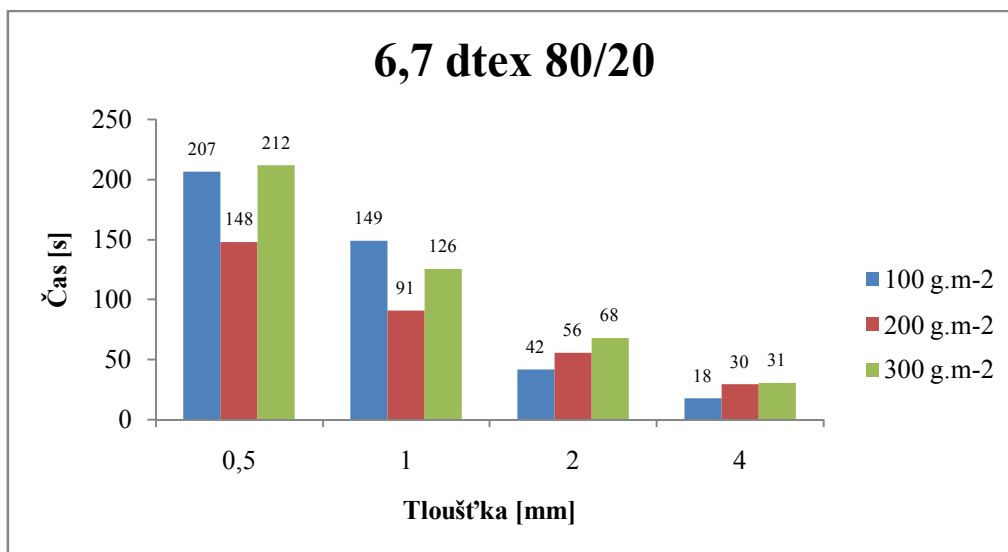


Graf č.III.12 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

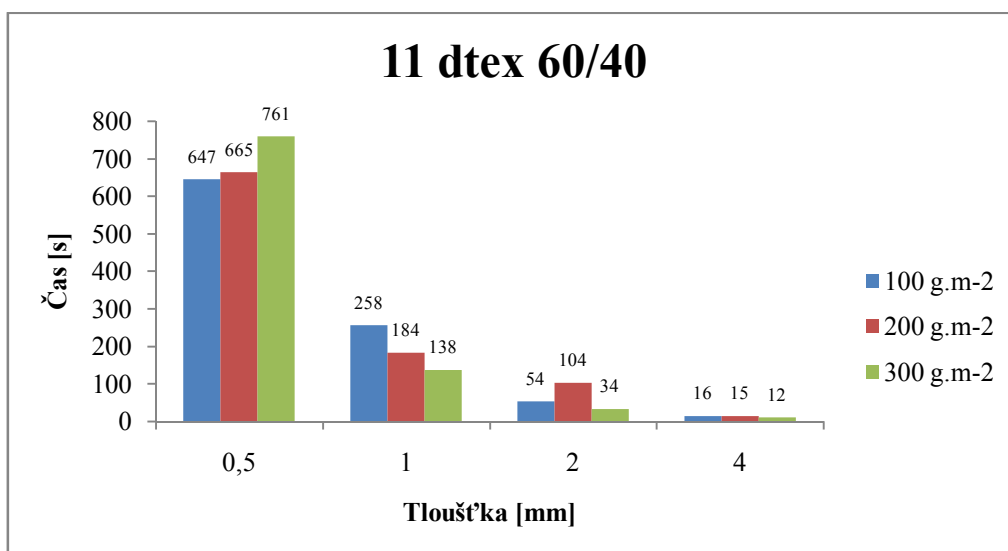


Graf č.III.13 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

MOGUL Alfa 2T

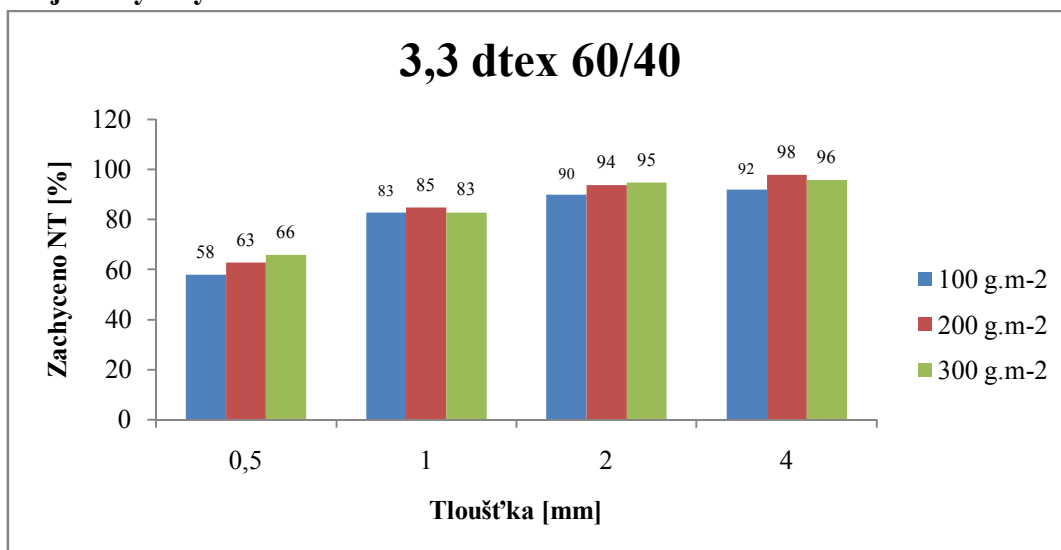


Graf č.III.14 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

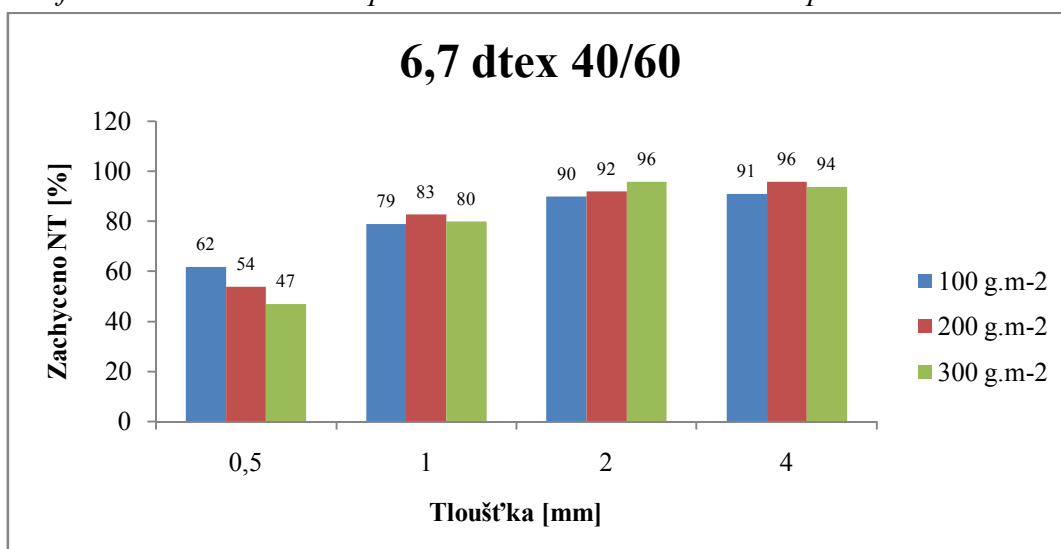


Graf č.III.15 Doba sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

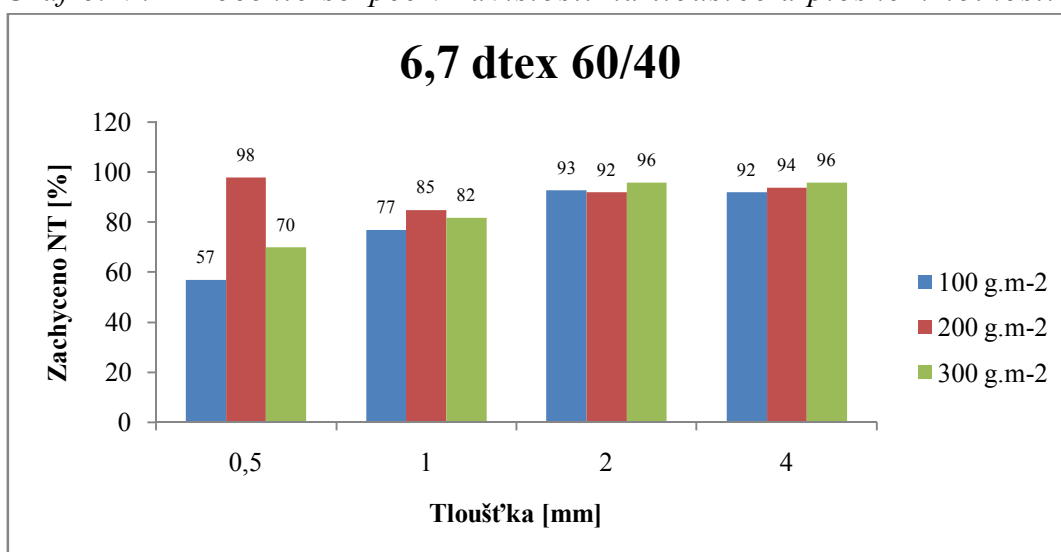
Olej vazný bílý



Graf č.IV.1 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

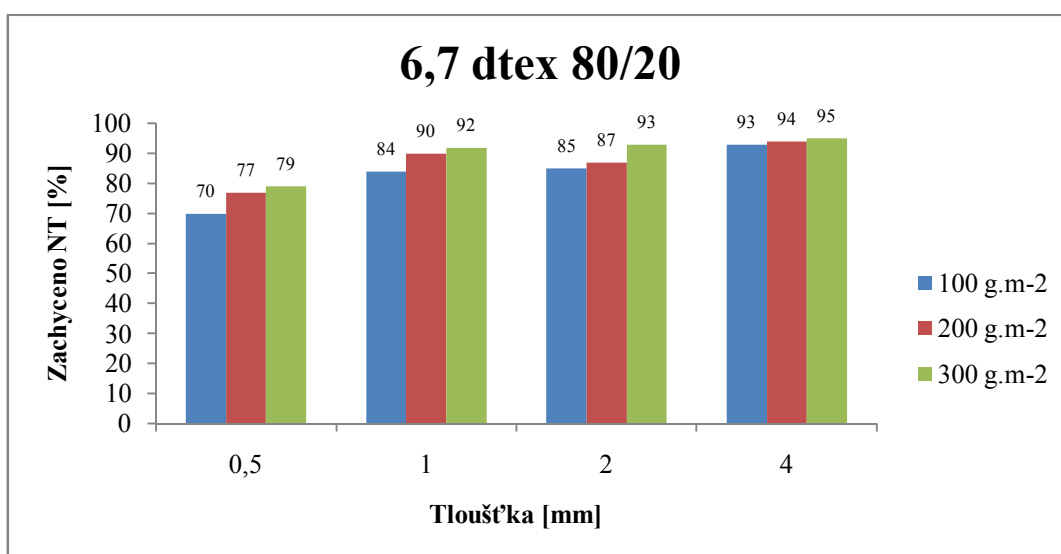


Graf č.IV.2 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

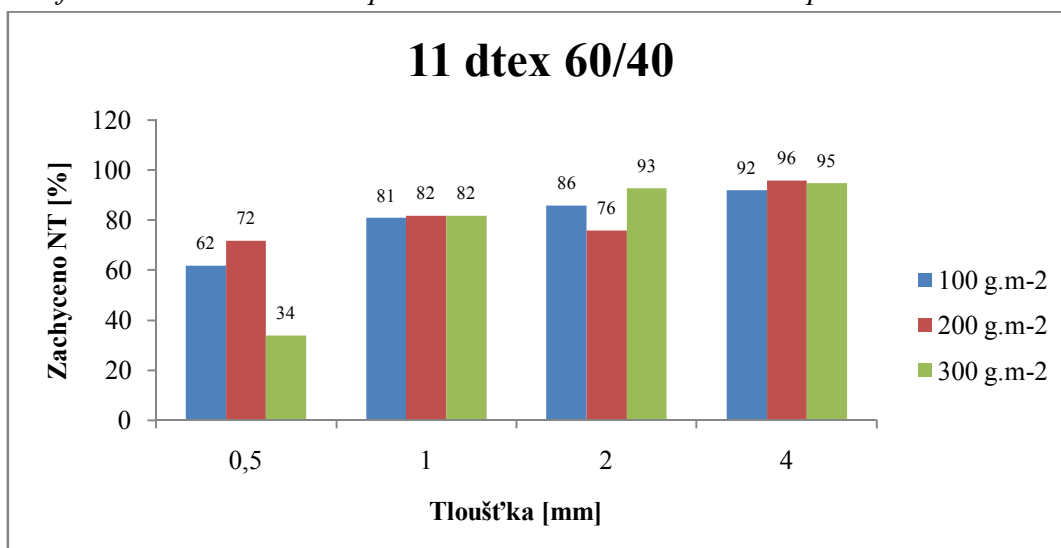


Graf č.IV.3 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

Olej vazný bílý

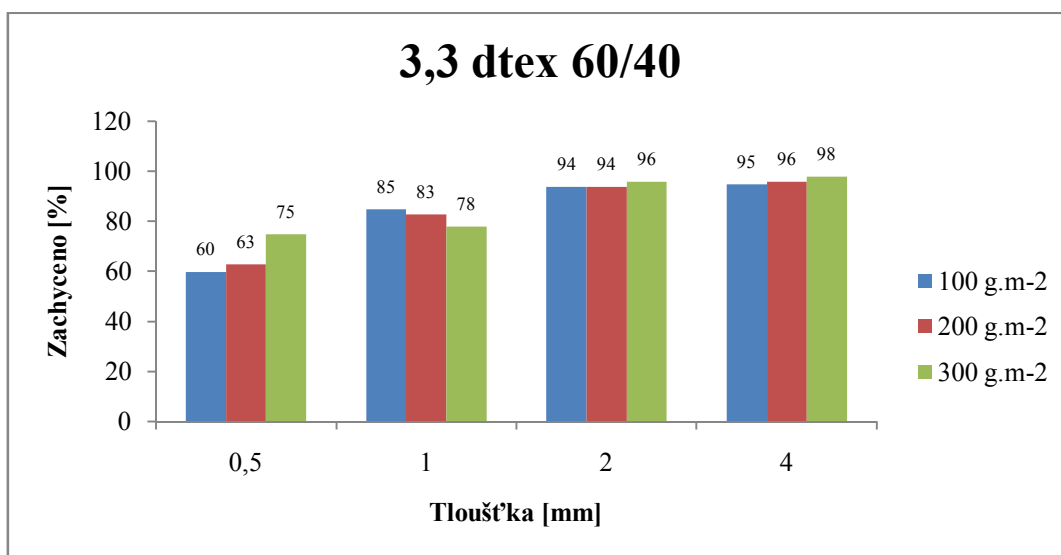


Graf č.IV.4 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

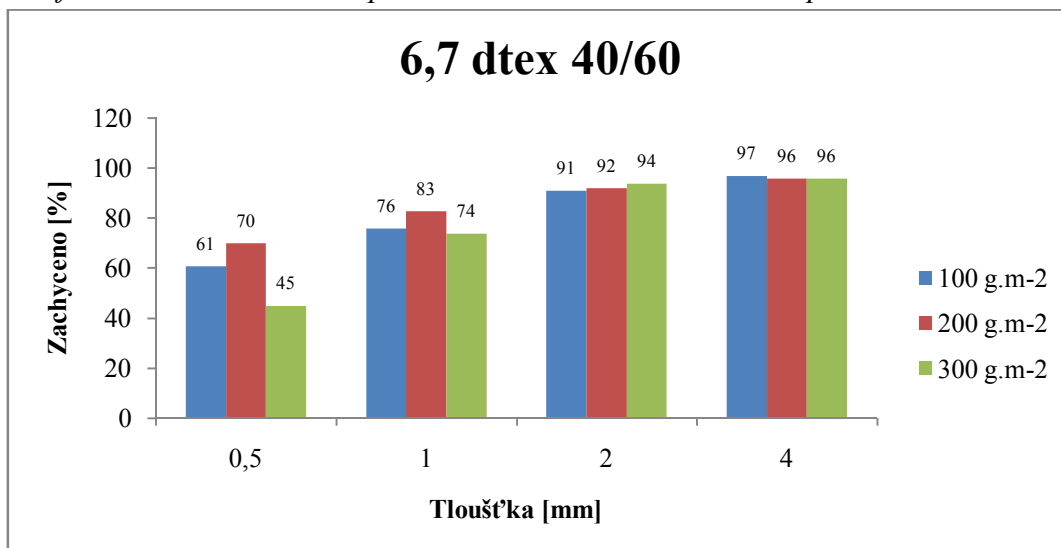


Graf č.IV.5 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

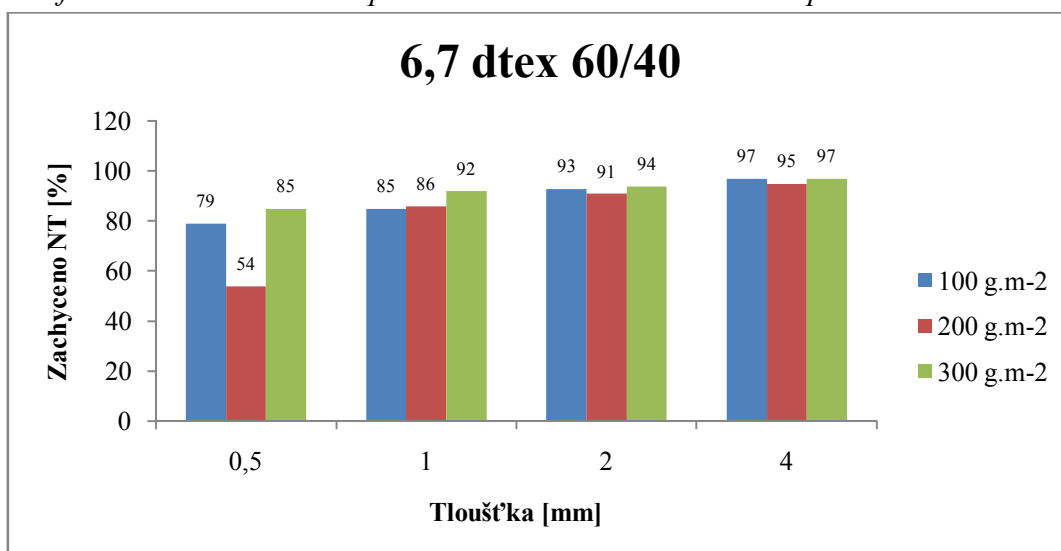
MOGUL M6AD



Graf č.IV.6 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

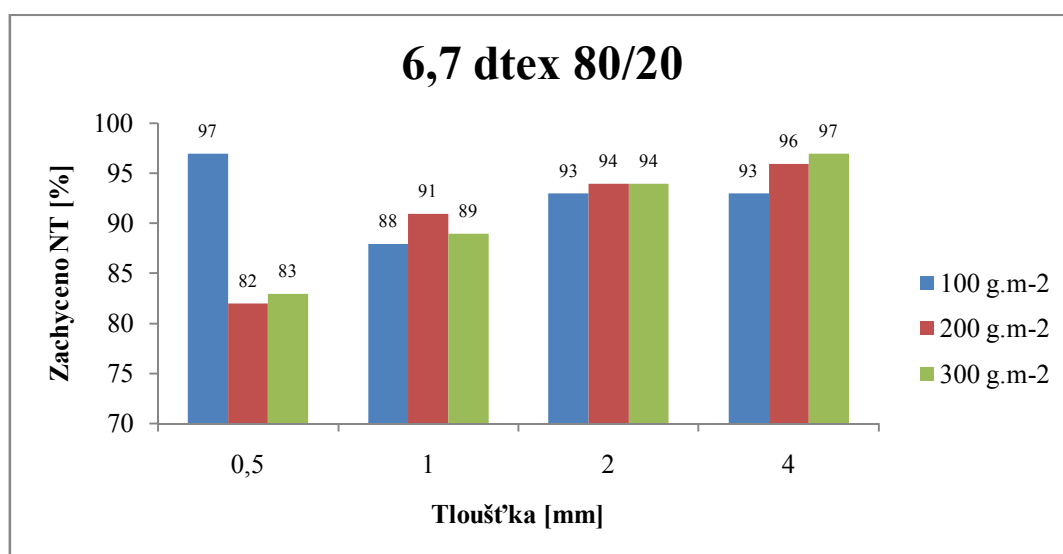


Graf č.IV.7 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

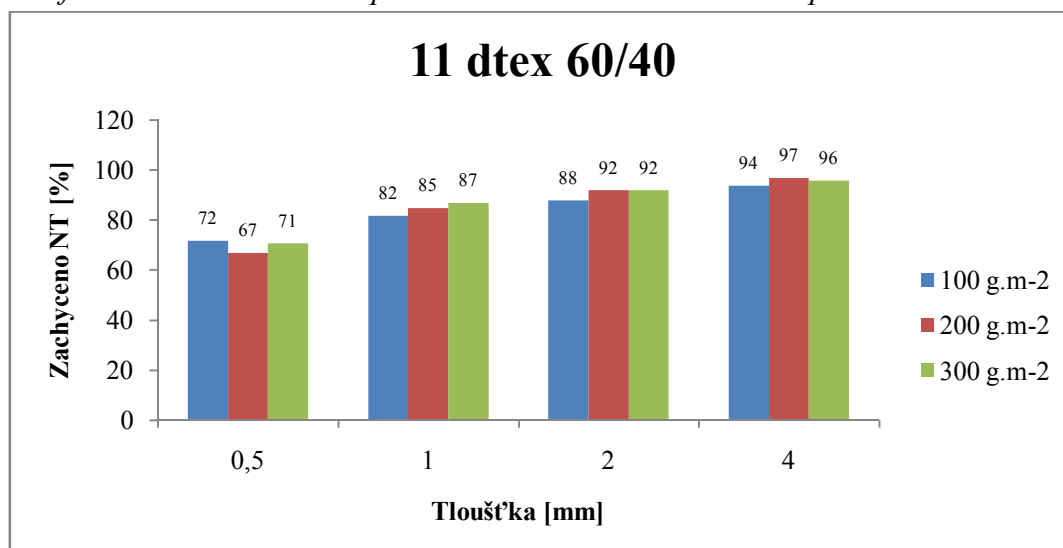


Graf č.IV.8 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

MOGUL M6AD

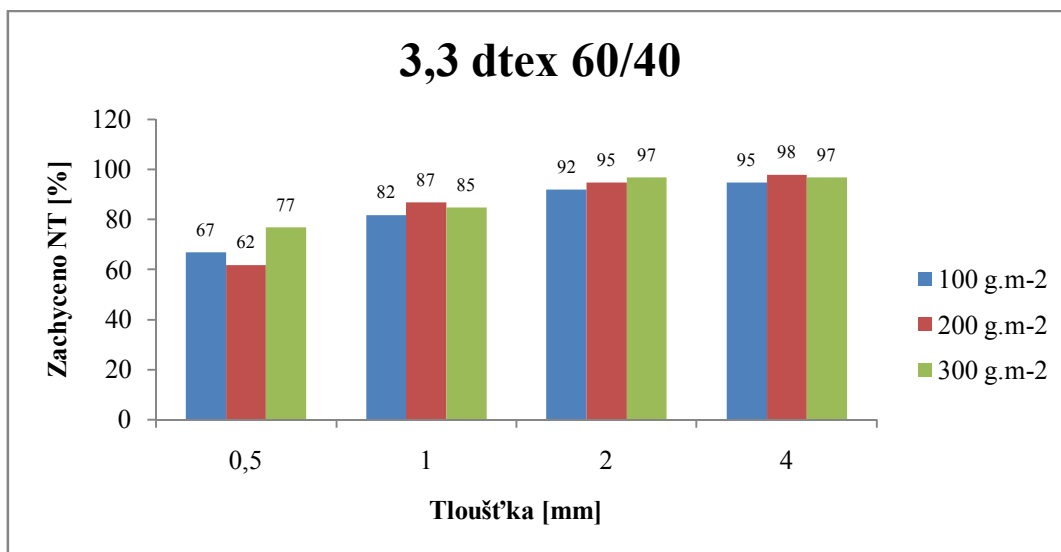


Graf č.IV.9 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

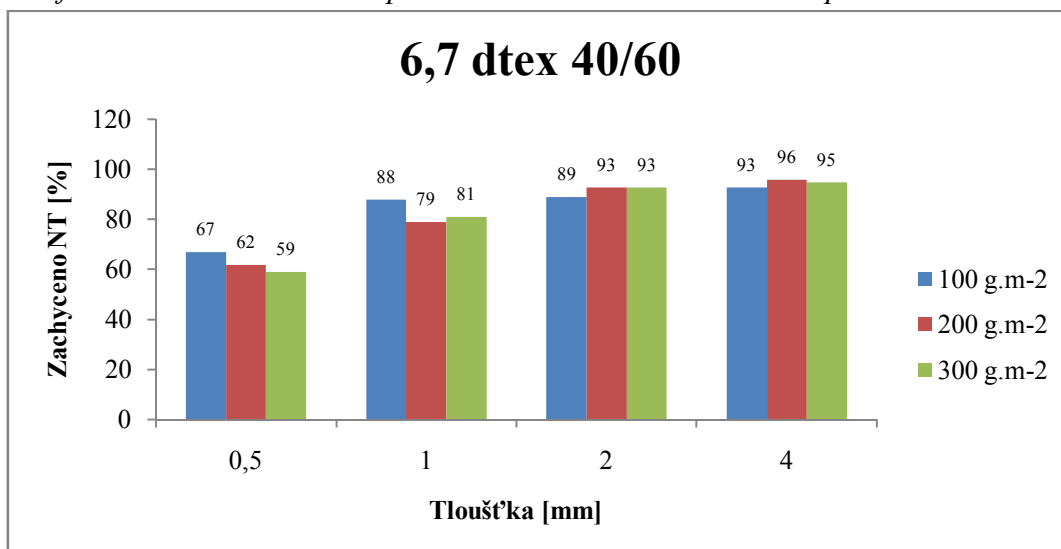


Graf č.IV.10 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

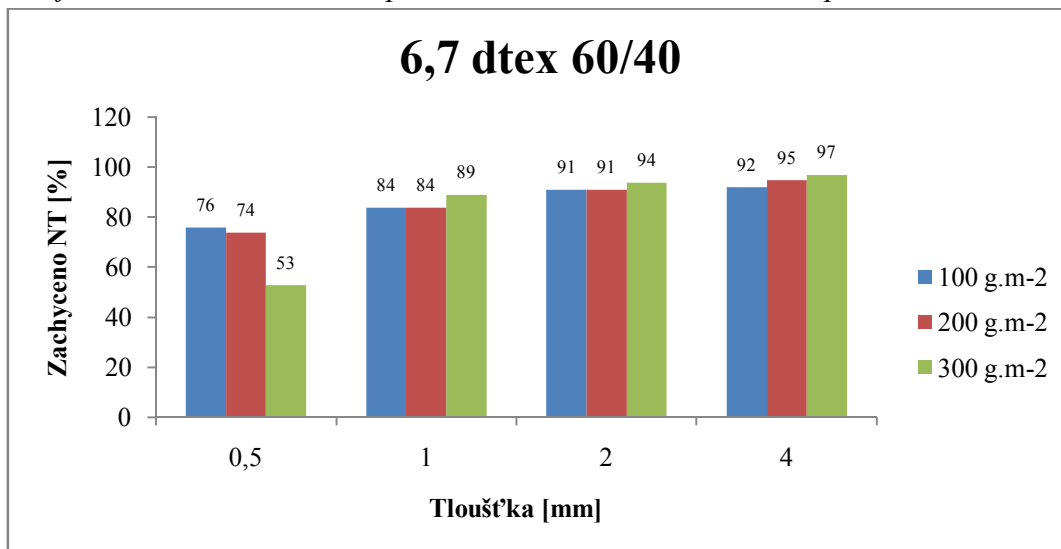
MOGUL Alfa 2T



Graf č.IV.11 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

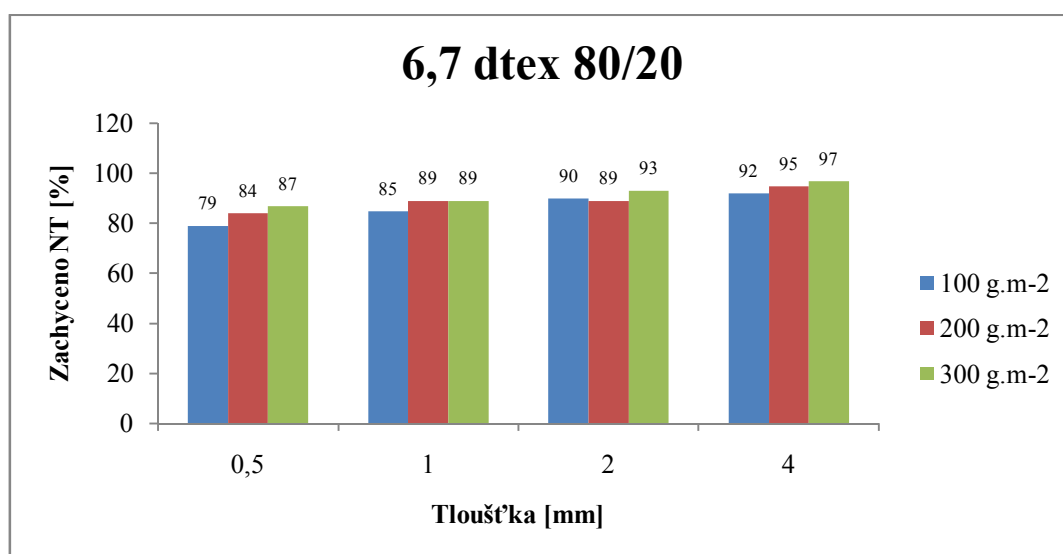


Graf č.IV.12 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

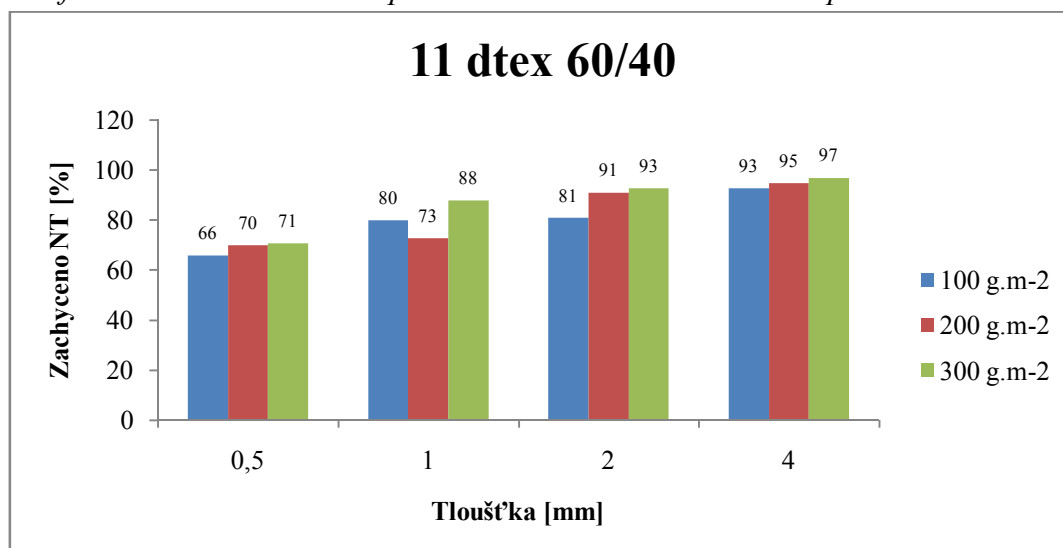


Graf č.IV.13 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

MOGUL Alfa 2T

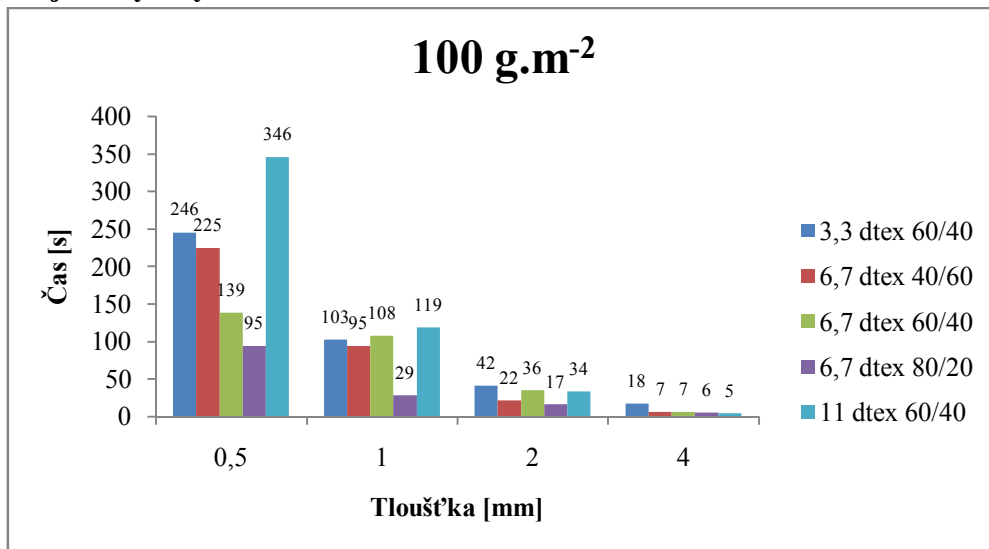


Graf č.IV.14 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

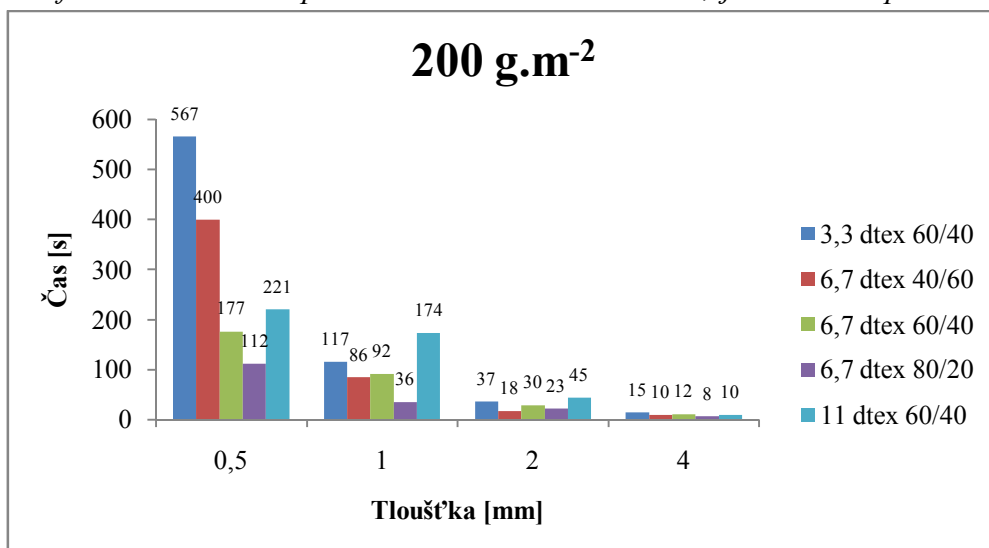


Graf č.IV.15 Procento sorpce v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti

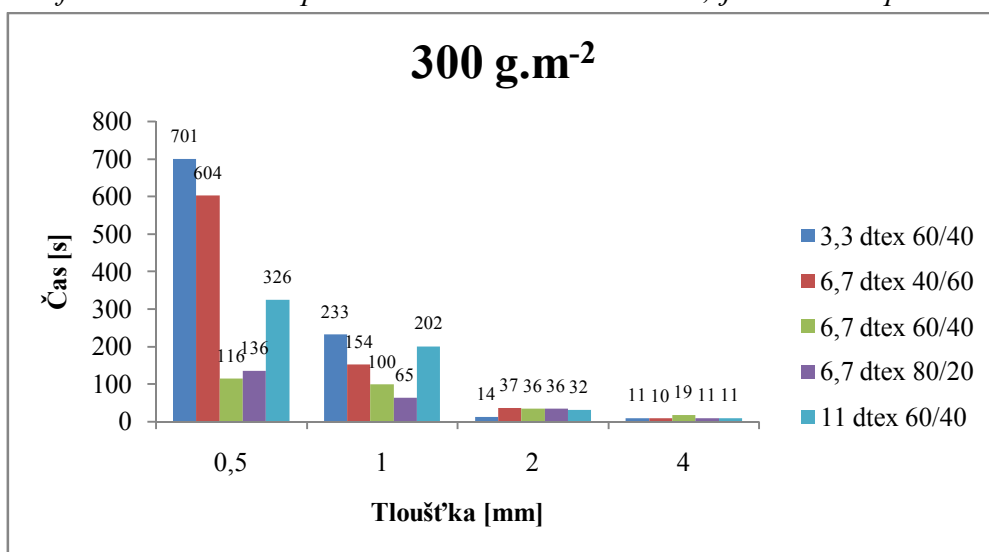
Olej vazný bílý



Graf č.V.1 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

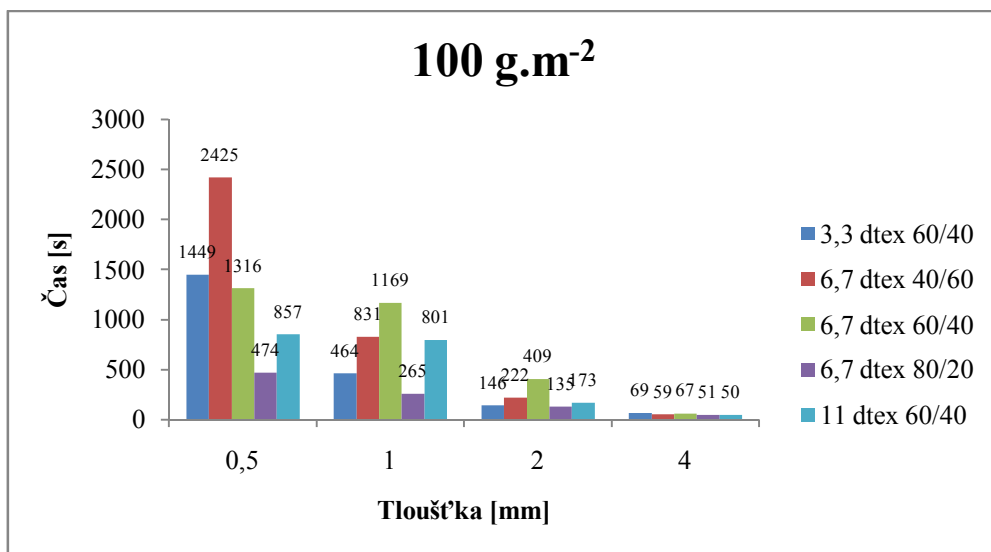


Graf č.V.2 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

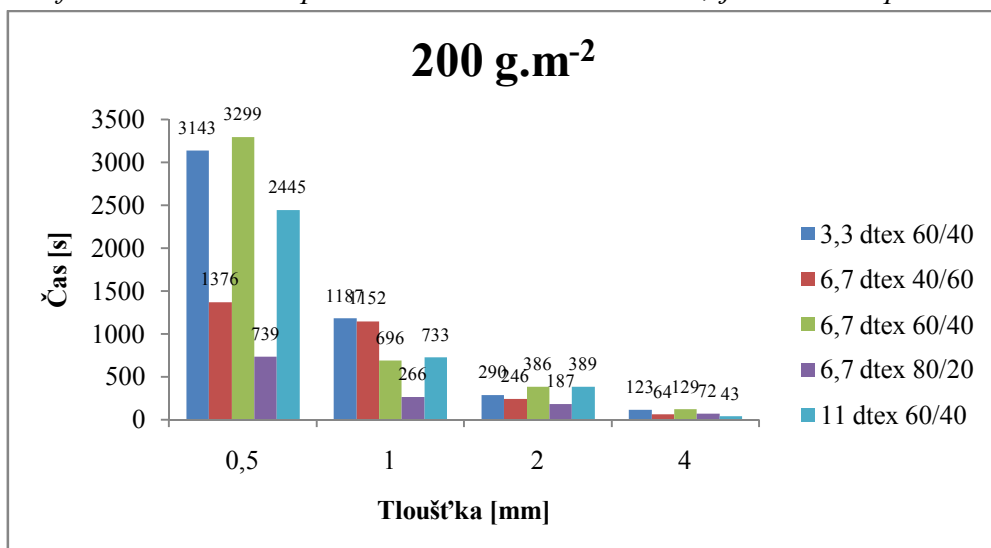


Graf č.V.3 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

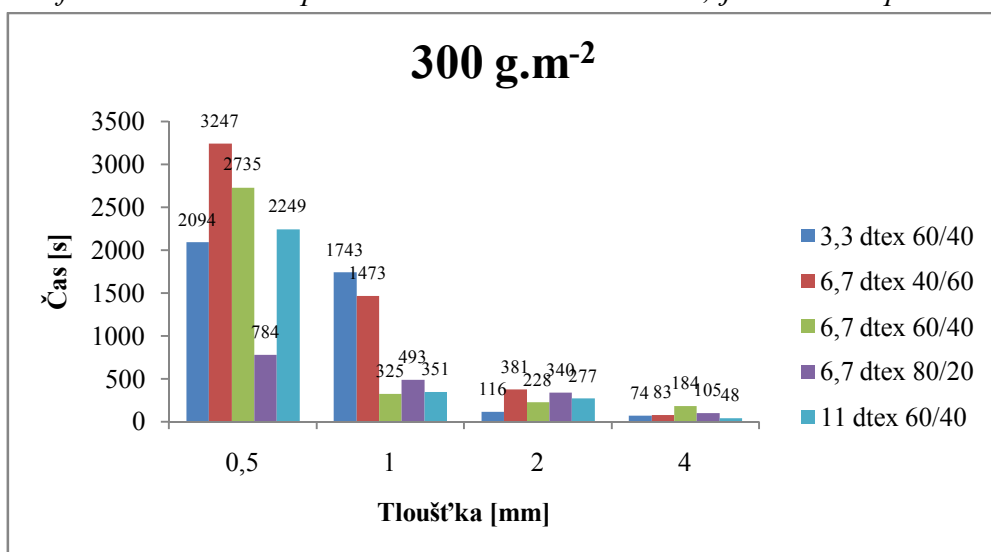
MOGUL M6AD



Graf č.V.4 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

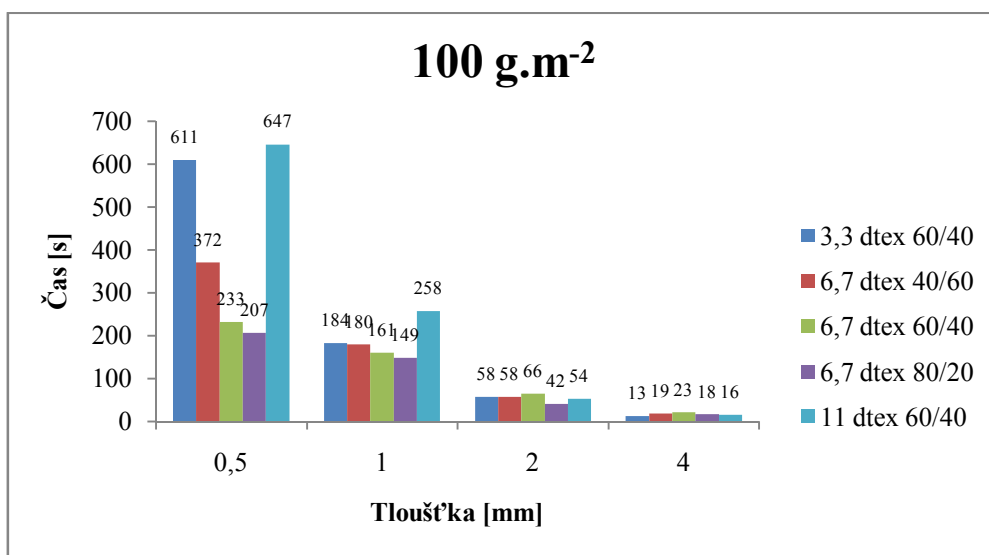


Graf č.V.5 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

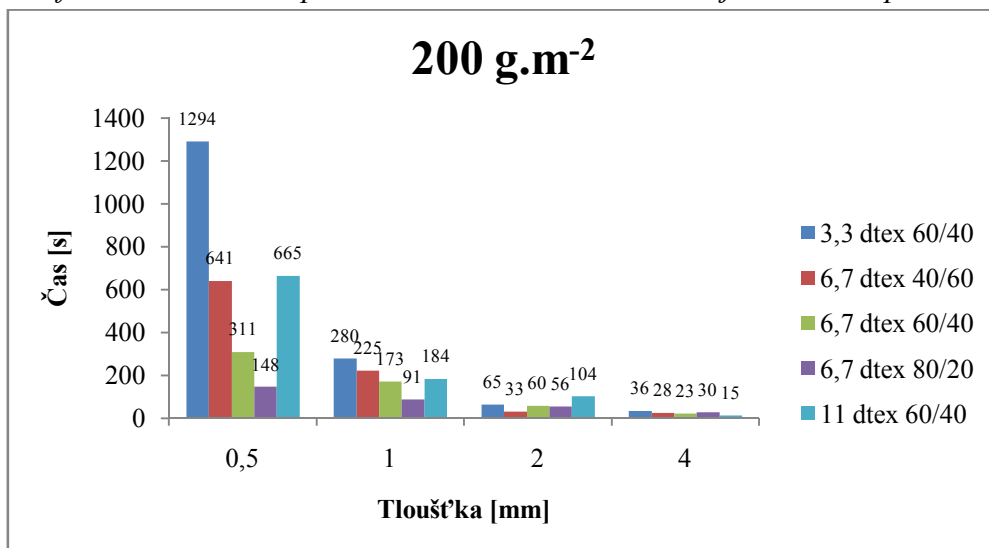


Graf č.V.6 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

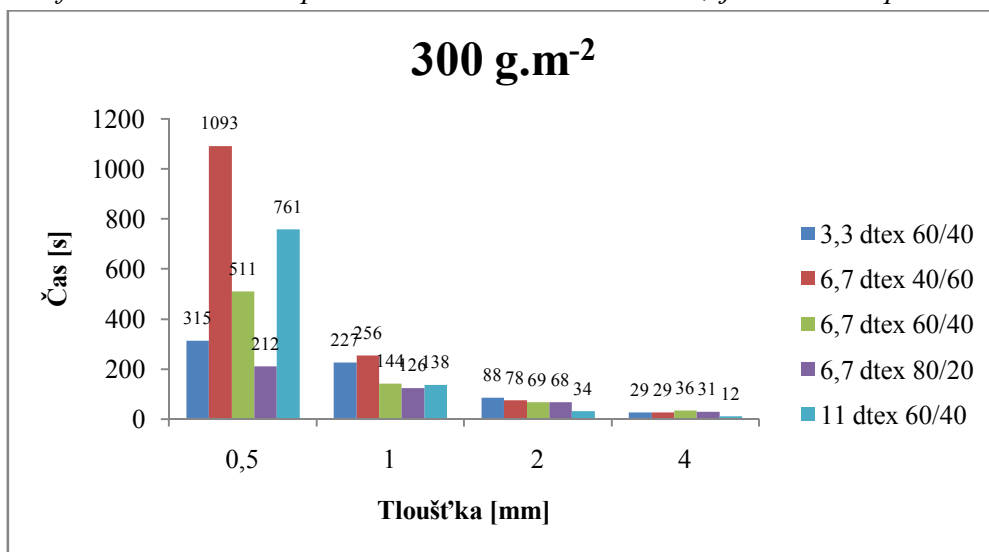
MOGUL Alfa 2T



Graf č.V.7 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

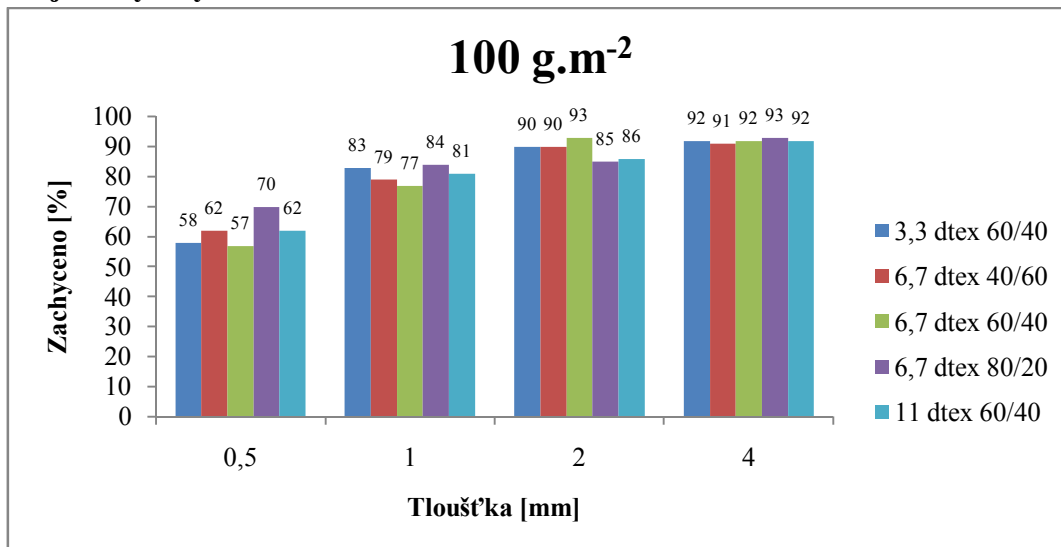


Graf č.V.8 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

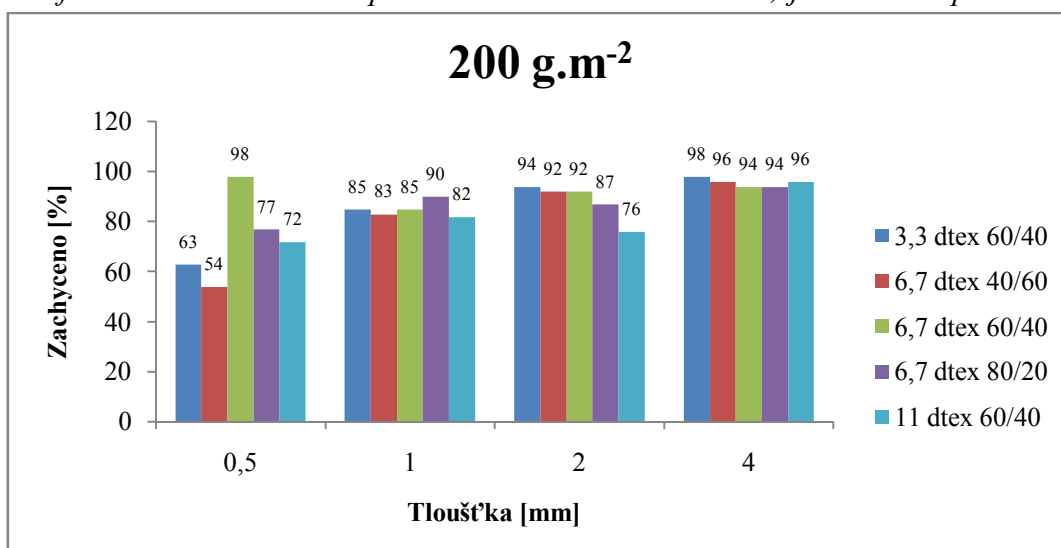


Graf č.V.9 Doba sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

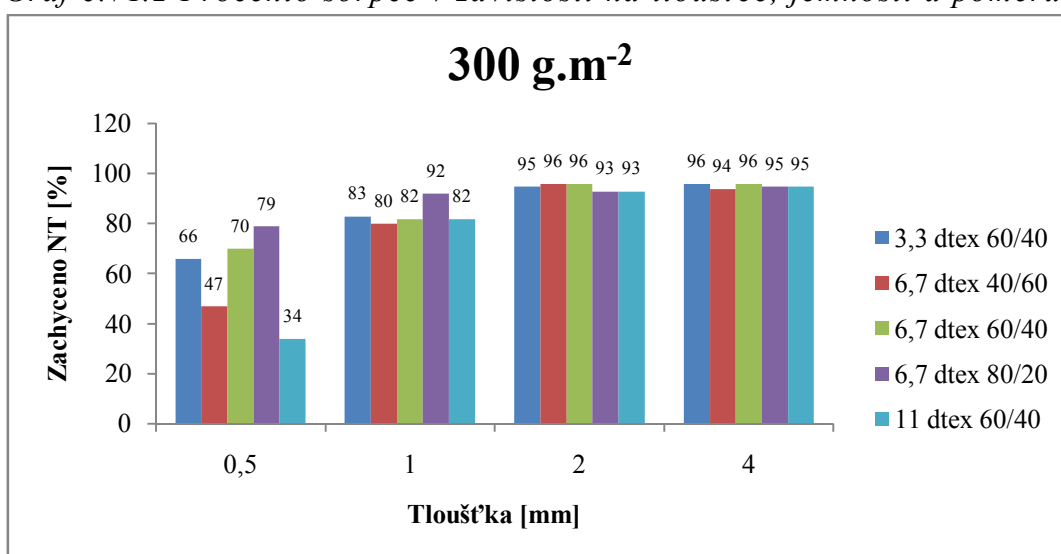
Olej vazný bílý



Graf č.VI.1 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

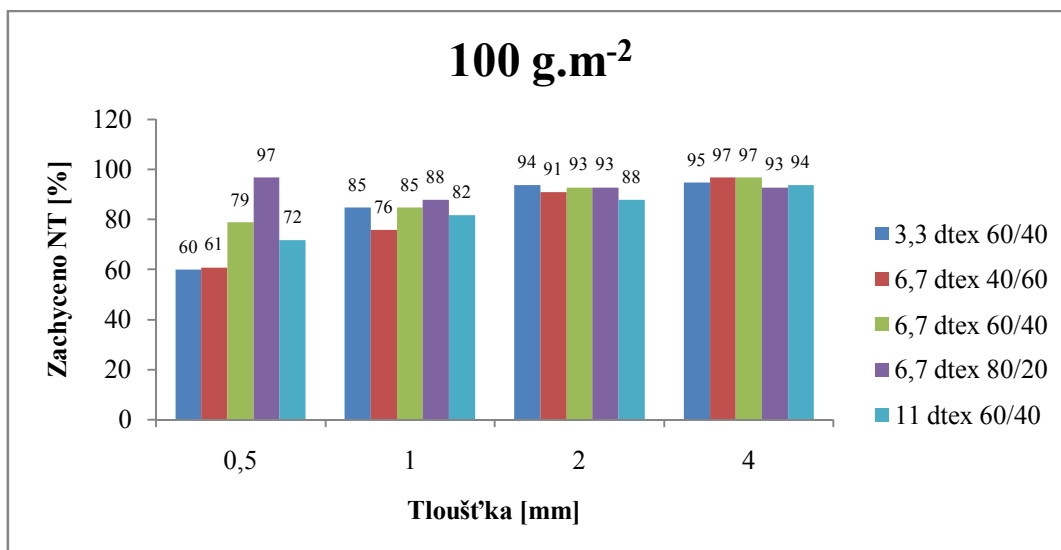


Graf č.VI.2 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

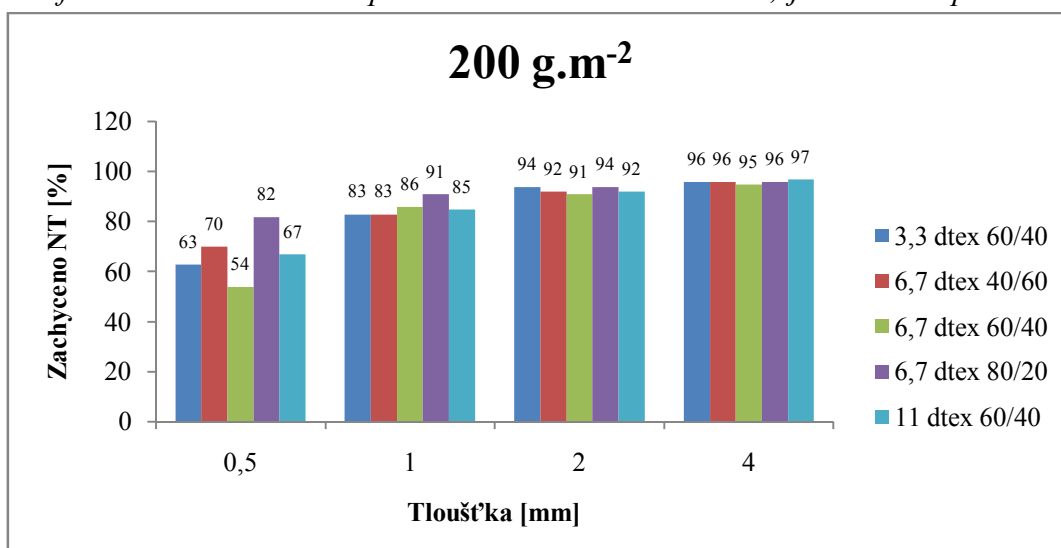


Graf č.VI.3 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

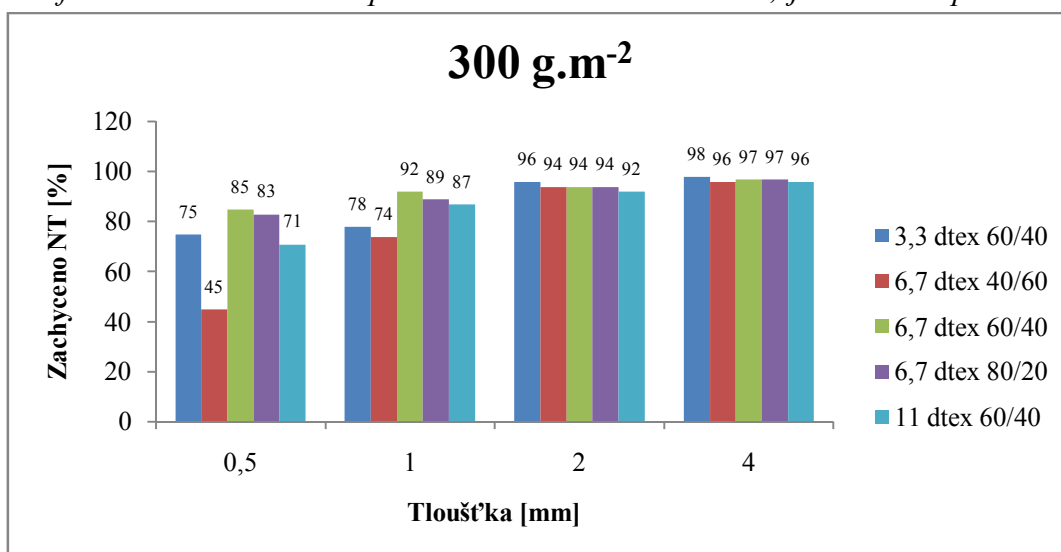
MOGUL M6AD



Graf č.VI.4 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

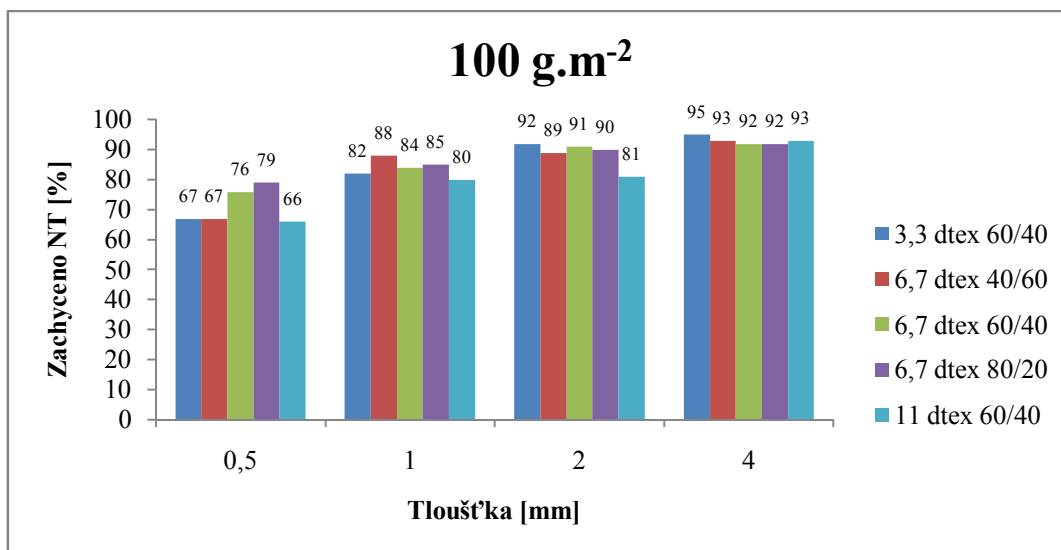


Graf č.VI.5 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

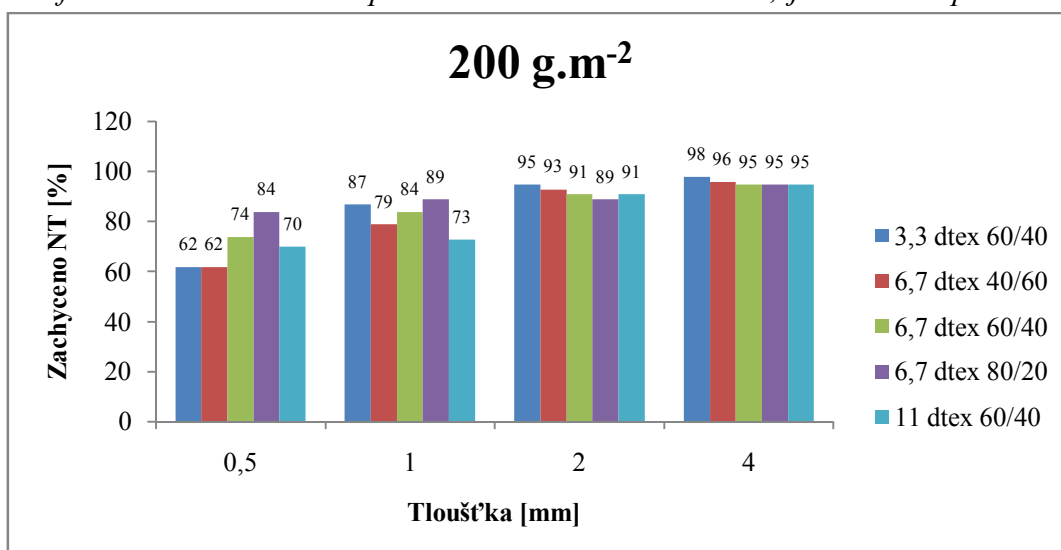


Graf č.VI.6 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru

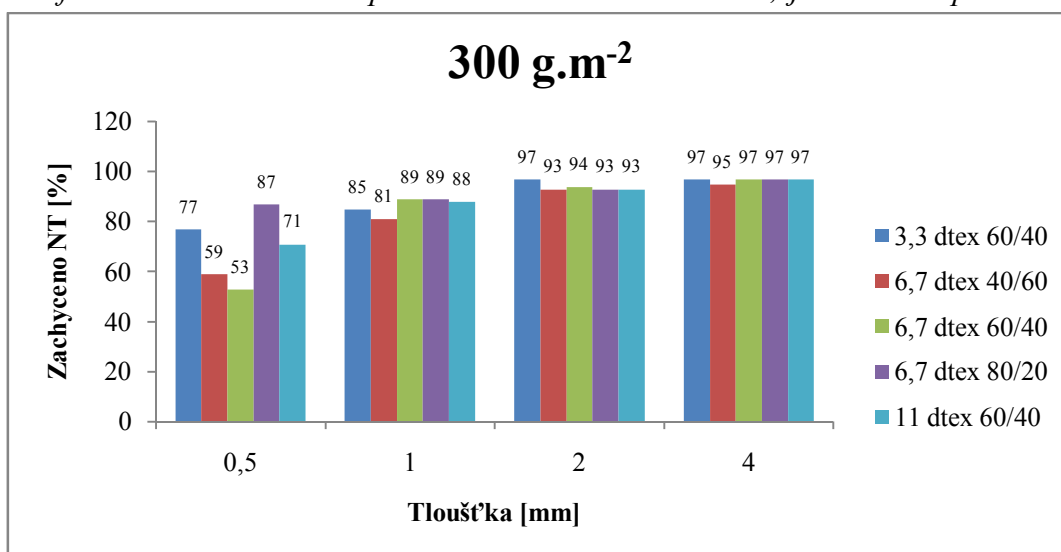
MOGUL Alfa 2T



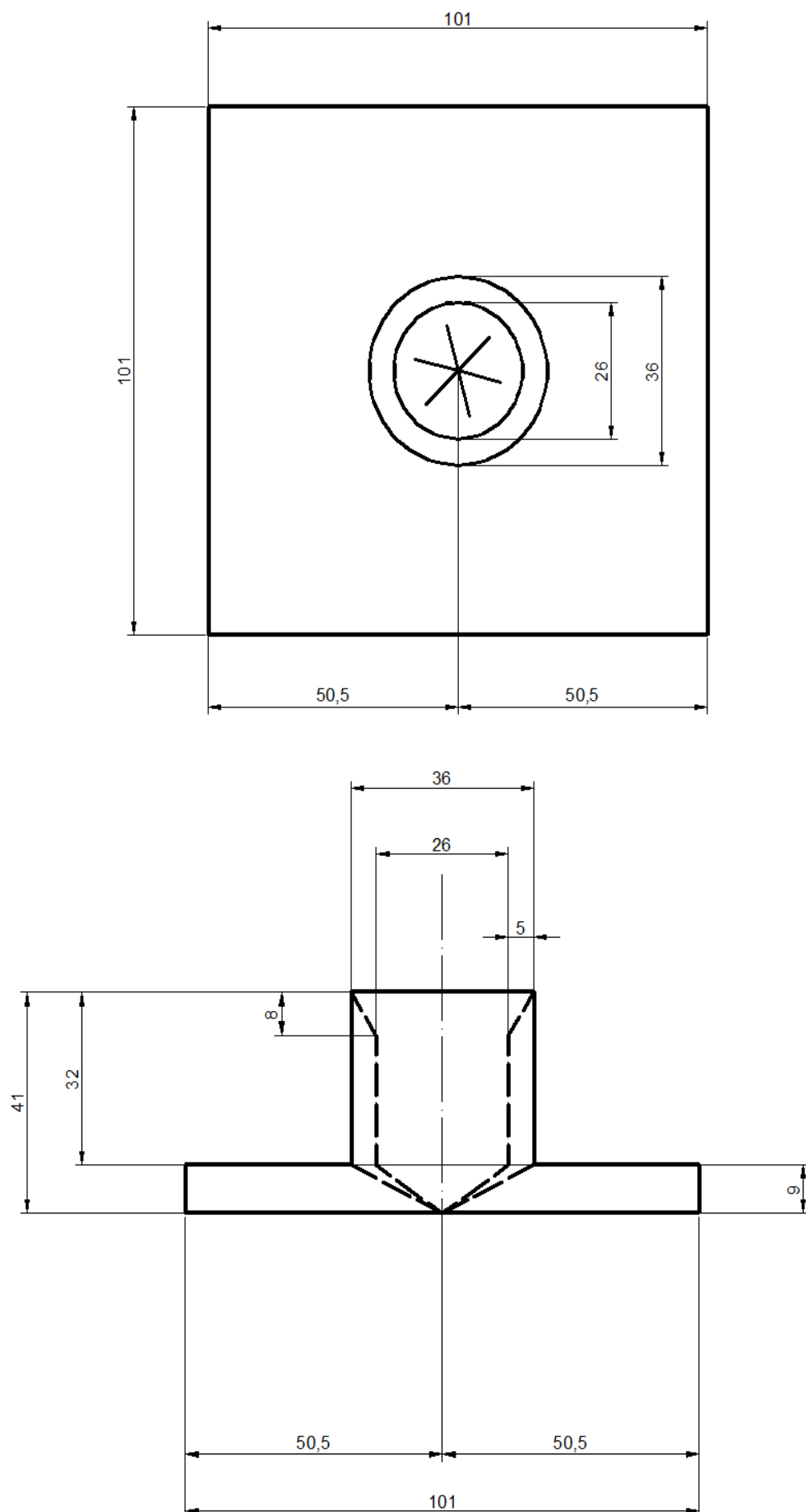
Graf č.VI.7 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru



Graf č.VI.8 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru



Graf č.VI.9 Procento sorpce v závislosti na tloušťce, jemnosti a poměru



Obr. VII.1 Nálevka